



VOL. II - Nº 2 Abril/Junio 2016

**ISSN 0719 - 5729**

## CUERPO DIRECTIVO

### Director

**Juan Luis Carter Beltrán**

*Universidad de Los Lagos, Chile*

### Editor

**Juan Guillermo Estay Sepúlveda**

*Universidad de Los Lagos, Chile*

### Secretario Ejecutivo y Enlace Investigativo

**Héctor Garate Wamparo**

*Universidad de Los Lagos, Chile*

### Cuerpo Asistente

#### Traductora: Inglés – Francés

**Pauline Corthorn Escudero**

*Asesorías 221 B, Chile*

#### Traductora: Portugués

**Elaine Cristina Pereira Menegón**

*Asesorías 221 B, Chile*

#### Diagramación / Documentación

**Carolina Cabezas Cáceres**

*Asesorías 221 B, Chile*

### Portada

**Felipe Maximiliano Estay Guerrero**

*Asesorías 221 B, Chile*

## COMITÉ EDITORIAL

**Mg. Adriana Angarita Fonseca**

*Universidad de Santander, Colombia*

**Lic. Marcelo Bittencourt Jardim**

*CENSUPEG y CMRPD, Brasil*

**Mg. Yamileth Chacón Araya**

*Universidad de Costa Rica, Costa Rica*

**Dr. Óscar Chiva Bartoll**

*Universidad Jaume I de Castellón, España*

**Dr. Miguel Ángel Delgado Noguera**

*Universidad de Granada, España*

**Dr. Jesús Gil Gómez**

*Universidad Jaume I de Castellón, España*

**Ph. D. José Moncada Jiménez**

*Universidad de Costa Rica, Costa Rica*

**Mg. Ausel Rivera Villafuerte**

*Secretaría de Educación Pública SEP, México*

**Mg. Jorge Saravi**

*Universidad Nacional La Plata, Argentina*

## Comité Científico Internacional

**Ph. D. Víctor Arufe Giraldez**

*Universidad de La Coruña, España*

**Ph. D. Juan Ramón Barbany Cairo**

*Universidad de Barcelona, España*

**Ph. D. Daniel Berdejo-Del-Fresno**

*England Futsal National Team, Reino Unido*

*The International Futsal Academy, Reino Unido*

**Dr. Antonio Bettine de Almeida**

*Universidad de Sao Paulo, Brasil*

**Dr. Oswaldo Ceballos Gurrola**  
*Universidad Autónoma de Nuevo León, México*

**Ph. D. Paulo Coêlho**  
*Universidad de Coimbra, Portugal*

**Dr. Paul De Knop**  
*Rector Vrije Universiteit Brussel, Bélgica*

**Dr. Eric de Léséleuc**  
*INS HEA, Francia*

**Mg. Pablo Del Val Martín**  
*Pontificia Universidad Católica del Ecuador,  
Ecuador*

**Dr. Christopher Gaffney**  
*Universität Zürich, Suiza*

**Dr. Marcos García Neira**  
*Universidad de Sao Paulo, Brasil*

**Dr. Misael González Rodríguez**  
*Universidad de Ciencias Informáticas, Cuba*

**Dra. Carmen González y González de Mesa**  
*Universidad de Oviedo, España*

**Dr. Rogério de Melo Grillo**  
*Universidade Estadual de Campinas, Brasil*

**Dra. Ana Rosa Jaqueira**  
*Universidad de Coimbra, Portugal*

**Mg. Nelson Kautzner Marques Junior**  
*Universidad de Rio de Janeiro, Brasil*

**Ph. D. Marjeta Kovač**  
*University of Ljubljana, Slovenia*

**Dr. Amador Lara Sánchez**  
*Universidad de Jaén, España*

**Dr. Ramón Llopis-Goic**  
*Universidad de Valencia, España*

**Dr. Osvaldo Javier Martín Agüero**  
*Universidad de Camagüey, Cuba*

**Mg. Leonardo Panucia Villafañe**  
*Universidad de Oriente, Cuba*  
*Editor Revista Arranca*

**Ph. D. Sakis Pappous**  
*Universidad de Kent, Reino Unido*

**Dr. Nicola Porro**  
*Universidad de Cassino e del Lazio  
Meridionale, Italia*

**Ph. D. Prof. Emeritus Darwin M. Semotiuk**  
*Western University Canada, Canadá*

**Dr. Juan Torres Guerrero**  
*Universidad de Nueva Granada, España*

**Dra. Verónica Tutte**  
*Universidad Católica del Uruguay, Uruguay*

**Dr. Carlos Velázquez Callado**  
*Universidad de Valladolid, España*

**Dra. Tânia Mara Vieira Sampaio**  
*Universidad Católica de Brasilia, Brasil*  
*Editora da Revista Brasileira de Ciência e  
Movimento – RBCM*

**Dra. María Luisa Zagalaz Sánchez**  
*Universidad de Jaén, España*

**Dr. Rolando Zamora Castro**  
*Universidad de Oriente, Cuba*  
*Director Revista Arranca*

Asesoría Ciencia Aplicada y Tecnológica:  
**CEPU – ICAT**  
Centro de Estudios y Perfeccionamiento  
Universitario en Investigación  
de Ciencia Aplicada y Tecnológica  
Santiago – Chile

## Indización

Revista ODEP, indizada en:



## **ESCALA DE PRESCRIÇÃO DA INTENSIDADE SUBJETIVA DO ESFORÇO DO TREINO (PSE TREINO): POSSÍVEL EVOLUÇÃO DA PSICOFÍSICA – PARTE 1**

### **PRESCRIPTION SUBJECTIVE INTENSITY SCALE OF THE TRAINING EFFORT (PSIE TRAINING): POSSIBLE EVOLUTION OF THE PSYCHOPHYSICS – PART 1**

**Mg. Nelson Kautzner Marques Junior**

Universidad de Rio de Janeiro, Brasil

kautzner123456789junior@gmail.com

**Fecha de Recepción:** 18 de marzo de 2016 – **Fecha de Aceptación:** 02 de abril de 2016

#### **Resumen**

O objetivo da revisão foi de explicar os mecanismos psicofisiológicos da percepção subjetiva do esforço (PSE) e apresentar os estudos da prescrição do treino com a escala de PSE. A revisão na introdução realizou um breve histórico sobre as escalas da psicofísica, o capítulo 1 explicou os mecanismos psicofisiológicos da PSE e no capítulo 2 o leitor teve acesso sobre os 10 artigos que utilizaram a escala de PSE para prescrever a intensidade do treino. Em conclusão, esses conteúdos são essenciais para um pesquisador elaborar uma escala de PSE para prescrever o treino.

#### **Palabras Claves**

Exercício – Esforço – Escala – Prescrição

#### **Abstract**

The objective of the review was to explain the psychophysiological mechanisms of the rating perceived effort (RPE) and present the studies of the prescription of the training with RPE scale. The review in the introduction performed a brief history about the psychophysics scales, the chapter 1 explained the psychophysiological mechanisms of the RPE and in chapter 2 the reader had access about the 10 articles that used RPE scale to prescribe the training intensity. In conclusion, those contents are essential for a researcher preparing a RPE scale to prescribe the training.

#### **Keywords**

Exercise – Effort - Scale – Prescription

## Introdução

As escalas de percepção subjetiva do esforço (PSE) que são utilizadas nos dias atuais se originaram da psicofísica, em 1860, através de Gustav Fechner<sup>1</sup>. Fechner informou que na psicofísica acontece uma relação entre o físico do ser humano com a parte mental do indivíduo, o psicológico. Através dessa teoria, Fechner elaborou uma escala de sonoridade para perceber a sensação do estado físico da pessoa após um estímulo sonoro com embasamento na matemática.

Os anos passaram, e a teoria da psicofísica se difundiu pelo mundo, sendo elaboradas outras escalas de sonoridade, e foram praticados diversos estudos sobre esse tema. O notável cientista Richardson – detalhes sobre sua contribuição científica, leia em Hunt<sup>2</sup>, ao lado de Ross<sup>3</sup>, propuseram em 1930, no seu artigo uma escala de intensidade sonora através de valores numéricos. Essa investigação gerou uma evolução significativa das escalas de sonoridade.

Após a pesquisa de Richardson e Ross<sup>4</sup>, outros cientistas foram influenciados por esse experimento, sendo elaboradas outras escalas numéricas de sonoridade<sup>5</sup>. Um dos pesquisadores que se baseou nesses dois cientistas foi S. S. Stevens, ele também contribuiu muito com a escala de sonoridade em diversas investigações<sup>6</sup>. Mas seu estudo de maior destaque foi com outro cientista, Stevens e Galanter<sup>7</sup>, investigaram com uma escala de 11 pontos o estímulo sonoro repetitivo, sendo evidenciada a eficácia de utilizar esse instrumento para determinar o nível do ruído subjetivamente.

Entretanto, a aplicação da psicofísica no exercício físico foi demorada. De 1860 a 1958 – por 98 anos, essa teoria ficou restrita nas escalas de sonoridade, onde os experimentos são representados na figura 1, onde apresenta a relação entre a intensidade do estímulo sonoro (unidade arbitrária, UA) e a percepção subjetiva do som em percentual (%) dos indivíduos após o estímulo sonoro produzido pelo pesquisador<sup>8</sup>.

---

<sup>1</sup> N. Marques Junior, “Estado da arte” das escalas de percepção subjetiva de esforço. Rev Bras Prescr Fisio Exerc 7:39(2013):293-308.

<sup>2</sup> J. Hunt, Lewis Fry Richardson and his contributions to mathematics, meteorology, and models of conflict. Annu Rev Fluid Mech 30 (1990): XIII-XXXVI.

<sup>3</sup> L. Richardson and J. Ross, Loudness and telephone current. J Gen Psychol 3:2(1930):288-306.

<sup>4</sup> L. Richardson and J. Ross....

<sup>5</sup> E. Borg, On perceived exertion and its measurement. Doctoral Dissertation – Department of Psychology. (Sweden: Stockholm University, 2007)

<sup>6</sup> S. Stevens, Issues in psychophysical measurement. Psychol Rev 78:5(1971):426-50.

<sup>7</sup> S. Stevens and E. Galanter, Ratio scales and category scales for a dozen perceptual continua. J Exper Psychol 54:6(1957):377-411.

<sup>8</sup> W. Ehrestein and A. Ehrestein A, Psychophysical methods. In: -. Modern techniques in neuroscience (Germany: Leipzig University, 1999), 1211-41.

### Experimento com uma Escala de Sonoridade

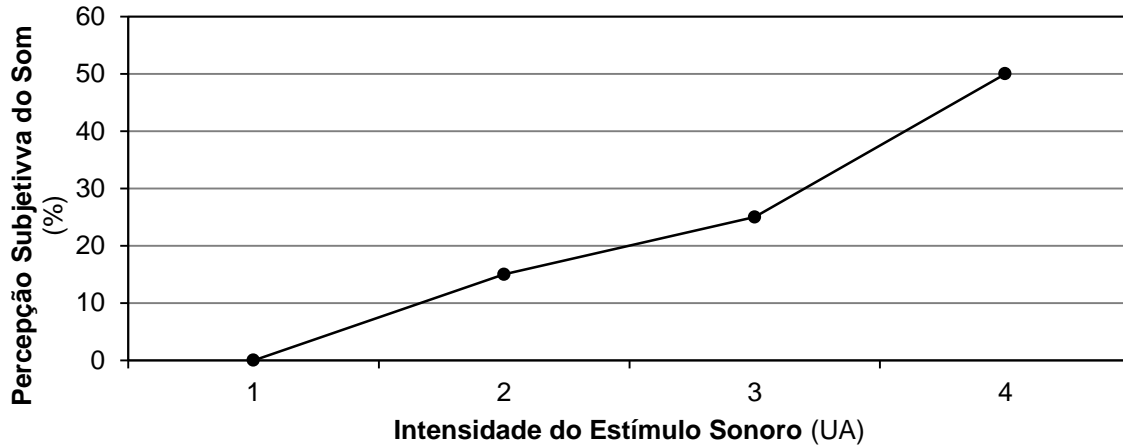


Figura 1

Relação entre intensidade do estímulo sonoro e percepção subjetiva do som das pessoas

Portanto, após o estímulo sonoro, é possível observar que 50% dos indivíduos do estudo detectaram uma percepção subjetiva do som de intensidade sonora de valor 4 da UA.

A data exata que a psicofísica começou a ser utilizada no esporte e na atividade física não é informada na literatura<sup>9</sup>. Porém, um dos primeiros estudos dessa teoria no esforço físico aconteceu na investigação de Stevens e Mack<sup>10</sup> (1959) – Obs.: Joseph Stevens não é o mesmo cientista das escalas de sonoridade. Esses pesquisadores utilizaram uma escala de 7 pontos de intensidade para averiguar a relação da força exercida no dinamômetro manual com a PSE. Mas o cientista que mais contribuiu com o uso da psicofísica no esporte e no exercício foi Gunnar Borg, através dos diversos estudos da sua escala para verificar a PSE<sup>11</sup>.

A 1ª investigação de Borg com sua escala aconteceu em 1961<sup>12</sup>, sendo editada novamente em um livro as suas pesquisas iniciais sobre sua escala aplicada ao exercício no ano de 1962<sup>13</sup>.

<sup>9</sup> N. Marques Junior....

<sup>10</sup> J. Stevens and J. Mack, Scales of apparent force. J Exper Psychol 58:5(1959):405-13.

<sup>11</sup> G. Borg, Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. Scand J Work Environ Health 16:S1 (1990):55-58.

<sup>12</sup> G. Borg, Interindividual scaling and perception of muscular force. Kungliga Fysiografiska Sallskapetets I Lund Förhandlingar 31:12(1961):117-25.

<sup>13</sup> G. Borg, Physical performance and perceived exertion (Lund: CWK Gleerup, 1962)

Posteriormente, outros cientistas passaram fazer experimentos com a escala de Borg para verificar a PSE<sup>14</sup> e criaram outras escalas de PSE, como a escala OMNI<sup>15</sup>, a escala de estimativa do tempo limite<sup>16</sup>, a escala CERT para crianças<sup>17</sup> e outras escalas de PSE foram elaboradas, detalhes, veja em Faulkner e Eston<sup>18</sup>, e em Martins, Assumpção e Schivinski<sup>19</sup>.

Quais evidências científicas foram apresentadas para a comunidade científica que as escalas de PSE da psicofísica podem evoluir no seu uso? Será que elas podem ser aplicadas na prescrição do treino?

Através de várias investigações, principalmente com a escala de Borg, foi detectado que a escala de PSE possui uma relação linear com as medidas fisiológicas e/ou com a carga externa (Carga Externa: estão relacionadas com os aspectos que são prescritos nos treinos, como velocidade em segundos da corrida, com o número de repetições, com os valores do peso de musculação, o tempo de pausa etc). Portanto, conforme aumenta ou diminui a medida fisiológica e/ou a carga externa, a escala de PSE acompanha esse ocorrido.

Essas afirmações foram demonstradas no estudo de Borg, Hassmén e Lagerström<sup>20</sup>. Foram recrutados oito homens saudáveis ( $n = 8$ ) de  $26,75 \pm 1,09$  anos, esses sujeitos pedalarão na bicicleta estacionária por 4 minutos (min) em cada carga (40, 70, 100, 150 e 200 W) na cadência de 60 revoluções por minuto (rpm), sendo apresentada a escala de Borg no momento que o testado se encontrava nas cargas em W de cada estágio do esforço físico. Durante essas cargas, também foram estabelecidos os valores de [La] em milimol por litro de sangue (mmol/l). A figura 2 ilustra o aumento linear da PSE com a medida fisiológica, o [La], conforme aumenta a carga em W.

<sup>14</sup> L. Zamora; X. Iglesias; A. Barrero; D. Chaverri; P. Erola and F. Rodríguez, Physiological responses in relation to performance during competition in elite synchronized swimmers. Plos One 7:11(2012):1-10.

<sup>15</sup> R. Robertson; F. Goss; N. Boer; J. Peoples; A. Foreman; I. Dabayeb; N. Millich; G. Balasekaran; S. Riechman; J. Gallagher and T. Thompkins, Children's OMNI scale of perceived exertion: mixed gender and race validation. Med Sci Sports Exerc 32:3(2000):452-8.

<sup>16</sup> M. Garcin; H. Vandewalle and H. Monod, A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: a preliminary study. Int J Sports Med 20:1(1999):40-3.

<sup>17</sup> R. Eston; K. Lamb; A. Bain; A. Williams and J. Williams, Validity of a perceived exertion scale for children: a pilot study. Percept Mot Skills 78:2(1994):691-7.

<sup>18</sup> J. Faulkner and R. Eston, Perceived exertion research in the 21st century: developments reflections and questions for the future. J Exerc Sci Fit 6:1(2008):1-14.

<sup>19</sup> R. Martins; M. Assumpção; C. Schivinski, Percepção de esforço e dispneia em pediatria: revisão das escalas de avaliação. Med 47:1(2014):25-35.

<sup>20</sup> G. Borg; P. Hassmén and M. Lagerström, Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. Eur J Appl Physiol 65:6(1987):679-85.



### Experimento com uma Escala de PSE

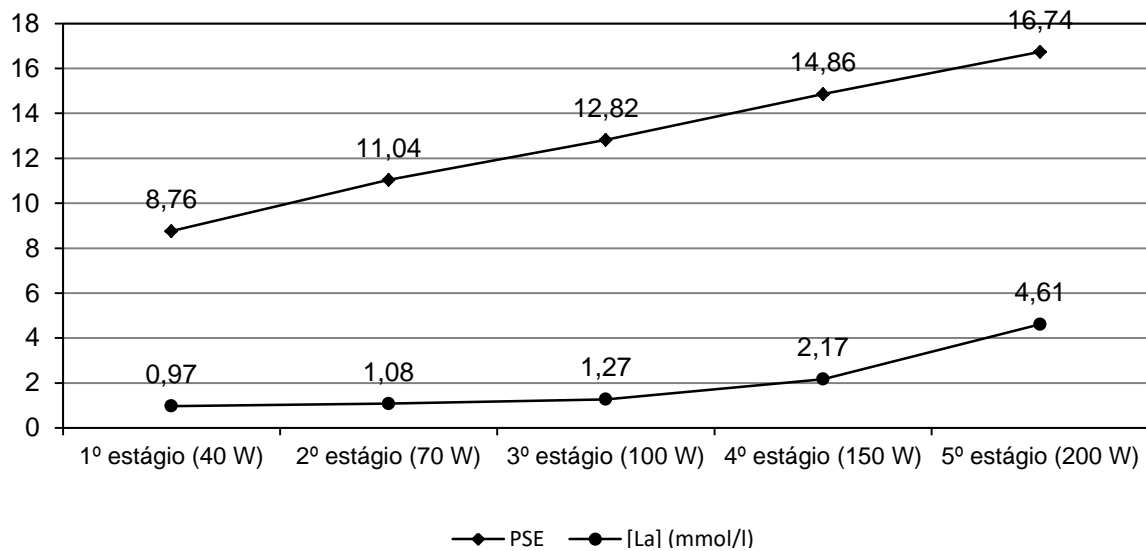


Figura 2  
Relação linear da escala de PSE com o [La].

Essa relação linear da escala de Borg com as diversas medidas fisiológicas permitiu os pesquisadores elaborarem uma tabela com o valor da PSE que o indivíduo se encontra conforme a resposta da frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto (bpm). Logo, o praticante do exercício pode se exercitar num valor da PSE e saber a sua provável FC sem monitorar essa medida fisiológica e ter a classificação do nível de esforço que está sendo efetuado o esporte e a atividade física. Hespanha<sup>21</sup> nos apresenta na tabela 1 a relação linear ente PSE e FC.

PSE Borg	de	FC (bpm)	Classificação do Nível do Esforço
6 a 8		60 a 80	muito leve
8 a 10		80 a 100	leve
10 a 12		100 a 120	moderado
12 a 14		120 a 140	pouco intenso
14 a 16		140 a 160	intenso
16 a 18		160 a 180	muito intenso
18 a 20		180 a 200	exaustivo

Tabela 1  
Escala para monitorar a intensidade do exercício

Então, porque não usar essas escalas da psicofísica para prescrever o treino?

Borg em 1982<sup>22</sup>, sabendo dessa relação linear da sua escala com as medidas fisiológicas e/ou com a carga externa, recomendou que esse instrumento merecia

<sup>21</sup> R. Hespanha, Ergometria. (Rio de Janeiro: Rubio, 2004), p. 55-64, 100-1, 185-7, 227.

<sup>22</sup> G. Borg, Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc 14:5(1982):377-81.

ser utilizado para a prescrição da intensidade do treino. Em 1988, na reunião do Colégio Americano de Medicina do Esporte, os cientistas determinaram que a escala de Borg de 15 pontos de intensidade é um instrumento útil para prescrever o treino porque ela possui relação linear com o limiar anaeróbio<sup>23</sup>. Em 1990, Pollock e Wilmore<sup>24</sup> no seu livro, indicaram o uso da escala de Borg 6-20 para prescrever o exercício aeróbio de 30 a 60 min. Apesar de alguns especialistas informarem que a escala de PSE poderia ser utilizada para prescrever o treino, ninguém resolveu fazer um estudo com esse instrumento da psicofísica.

Mas nesse mesmo ano, 1990, Ward e Bar-Or<sup>25</sup> utilizaram a escala de Borg 6-20 para prescrever o treino aeróbio de jovens de 9 a 15 anos com alto percentual de gordura. Porém, somente um estudo foi conduzido. Outros renomados cientistas voltaram informar que a escala de PSE merece ser utilizada para prescrever a intensidade do treino<sup>26</sup>, mas não foram conduzidas outras investigações.

Em 2004, aconteceu o 2º estudo para prescrever o treino com a escala de PSE, Dunbar e Kalinski<sup>27</sup> verificaram se a escala de Borg 6-20 era válida para prescrever o treino aeróbio de 20 semanas. Posteriormente ocorreram outros estudos sobre esse tema – total de 7 pesquisas até 2014. Entretanto, continuaram poucas publicações no uso da escala de PSE na prescrição da intensidade do treino, ou seja, existia uma “resistência”. Embora outros cientistas indicaram esse conteúdo da psicofísica para prescrever a intensidade do treino, visando encorajar novas investigações sobre esse tema<sup>28</sup>.

Em 2015, a escala de PSE foi utilizada em 3 artigos científicos para prescrever a intensidade do treino, sendo um número elevado de estudos. Atualmente existem 10 pesquisas com a escala de PSE, sendo com a escala de Borg, para prescrever o treino. Então, Marques Junior<sup>29</sup> embasado na psicofísica e baseado nos experimentos da escala de PSE para prescrever o treino recomendou o uso da escala de prescrição da intensidade subjetiva do esforço do treino (com nome abreviado de escala de PISE treino).

A figura 3 resume os períodos históricos da psicofísica, ou seja, da escala de sonoridade até chegar à escala de PISE treino.

<sup>23</sup> M. Brandão; M. Pereira; R. Oliveira e V. Matsudo, Percepção do esforço: uma revisão da área. Rev Bras Ci Mov 3:1(1989):34-40.

<sup>24</sup> M. Pollock and J. Wilmore, Exercise in health and disease. 2<sup>th</sup> ed. (Pennsylvania: Saunders, 1990), p. 282-7, 372-82.

<sup>25</sup> D. Ward and O. Bar-Or, Use of the Borg scale in exercise prescription for overweight youth. Can J Sport Sci 15:2(1990):120-5.

<sup>26</sup> R. Robertson; F. Goss and K. Metz, Perception of physical exertion during dynamic exercise: a tribute to Professor Gunnar A. V. Borg. Percept Mot Skills 86:1(1998):183-9.

<sup>27</sup> C. Dunbar and M. Kalinski, Using RPE to regulate exercise intensity during a 20-week training program for postmenopausal women: a pilot study. Percept Mot Skills 99:2(2004):688-90.

<sup>28</sup> R. Eston, Use of rating perceived exertion in sports. Int J Sports Physical Perform 7:2(2012):175-82; M. Garcin; J. Coquart; J. Salleron; N. Voy and R. Matran, Self-regulation of exercise intensity by estimated time limit scale. Eur J Appl Physiol 112:6(2012):2303-12 and J. Scherr; B. Walfarth; J. Christle; A. Pressler; S. Wagenpfeil and M. Halle, Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. Eur J Appl Physiol 113:1(2013):147-55.

<sup>29</sup> N. Marques Junior, Conteúdo importante para elaboração de uma escala de prescrição da intensidade subjetiva do esforço do treino. Lecturas: Educ Fís Dep 20:208(2015):1-10.

### Períodos Relevantes das Escalas da Psicofísica

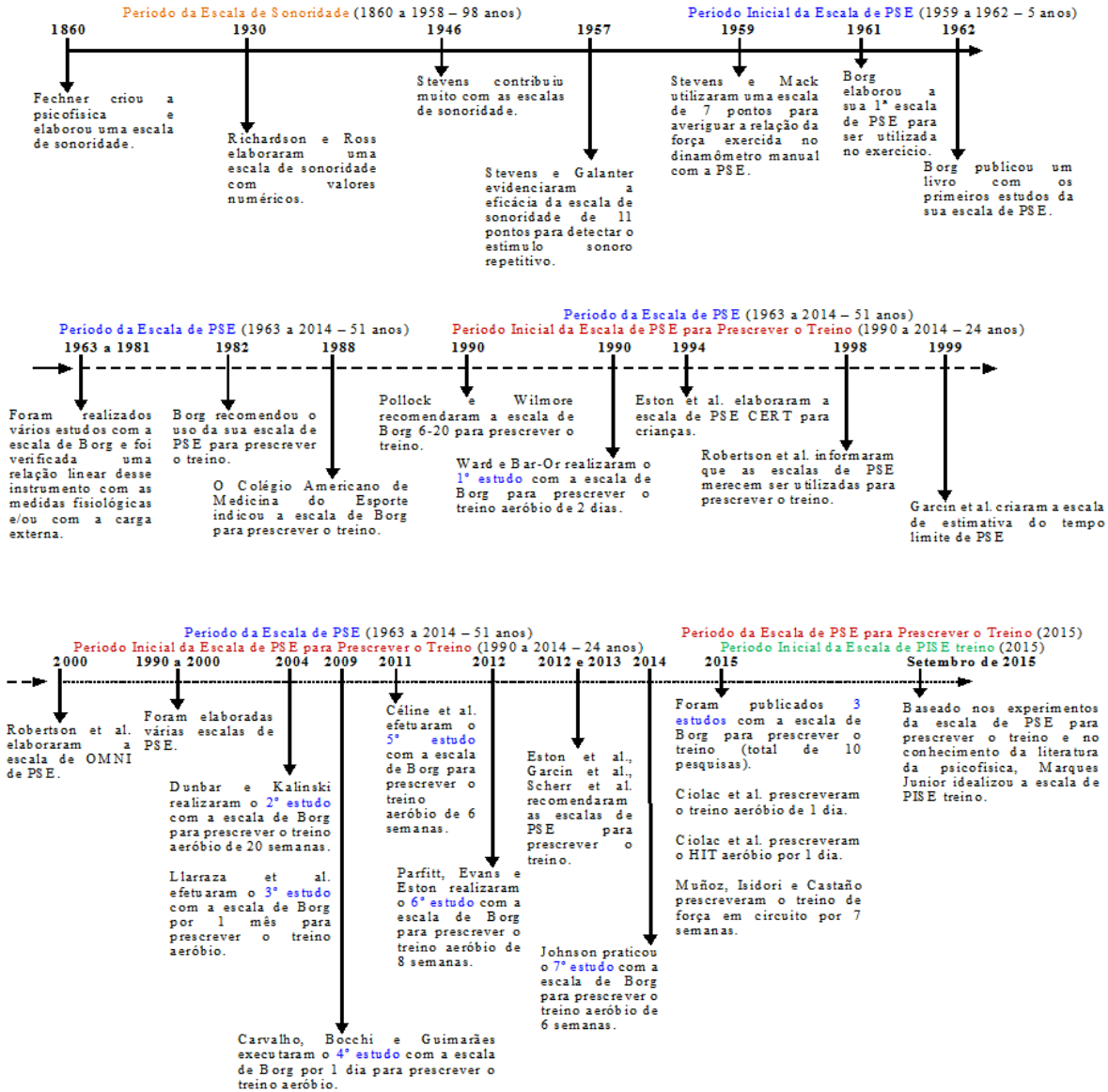


Figura 3  
Linha do tempo da evolução das escalas da psicofísica

O objetivo da revisão foi de explicar os mecanismos psicofisiológicos da PSE e apresentar os estudos da prescrição do treino com a escala de PSE.

### 1.- O complexo mecanismo psicofisiológico da percepção subjetiva do esforço durante o exercício

A percepção subjetiva do esforço (PSE) possui julgamento diferente de pessoa para pessoa conforme o esforço físico, está relacionada com a idade e com o nível cognitivo do

exercitante<sup>30</sup>, com o tipo de exercício e com a intensidade da tarefa<sup>31</sup>, com a experiência do exercitante e com o nível do praticante que desempenha o treino físico ou a habilidade motora<sup>32</sup>.

O sistema nervoso central (SNC) e o sistema nervoso periférico atuam de maneira integrada durante o trabalho físico para fornecer adequada resposta da PSE ao exercitante<sup>33</sup>. Então, durante o exercício, os nervos aferentes sensoriais do sistema nervoso periférico transmitem sinais sensoriais dos músculos, tendões, articulações etc, que percorrem pela medula espinhal, tronco cerebral, chegam ao cerebelo e ao córtex motor, se direcionam para o córtex somatossensorial e para o córtex pré-frontal, também atingem o sistema da emoção ou sistema límbico<sup>34</sup>.

A atuação dessas estruturas do encéfalo (Encéfalo: é composto pelo cérebro, cerebelo e tronco cerebral) após o sinal sensorial é de maneira distinta, o córtex somatossensorial é responsável em identificar a PSE<sup>35</sup>. O cerebelo atua na manutenção da coordenação, e participa de tarefas cognitivas e emocionais porque apresenta ligação com o córtex pré-frontal e com o sistema da emoção<sup>36</sup>.

O córtex pré-frontal participa de diversas tarefas cognitivas, na atenção e no foco, na fluência verbal e não verbal<sup>37</sup>, na percepção, na tomada de decisão, na antecipação motora, na habilidade para planejar etc<sup>38</sup>. Uma das principais funções desse córtex é elaborar o pensamento, mas como está ligado ao sistema da emoção por várias fibras, também atua nas ações racionais do comportamento social<sup>39</sup>. Portanto, após o sinal sensorial oriundo do sistema nervoso periférico, o córtex pré-frontal determina o que indivíduo merece fazer durante o exercício.

<sup>30</sup> A. Gros Lambert and A. Mahon, Perceived exertion: influence of age and cognitive development. *Sports Med* 36:11(2006):911-28.

<sup>31</sup> N. Kakarot and F. Müller, Cycling at varying load: how are experiences of perceived exertion integrated in a single measurement? *Appl Ergon* 47 (2015):127-32.

<sup>32</sup> D. Micklewright; E. Papadopoulou; D. Parry; T. Butter; N. Tam and T. Noakes, Perceived exertion influences pacing among ultramarathon runners but post-race mood changes is associated with performance expectancy. *SAJSM* 21:4(2009):167-72.

<sup>33</sup> R. Tucker, The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of perception – based model for exercise for exercise performance. *Br J Sports Med* 43:6(2009):392-400.

<sup>34</sup> St Clair Gibson; D. Baden; M. Lambert; E. Lambert; Y. Harley; D. Hampson; V. Russell and T. Noakes, The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Med* 33:3(2003):167-76.

<sup>35</sup> C. Tiggemann; R. Pinto and L. Krueel, A percepção de esforço no treinamento de força. *Rev Bras Med Esp* 16:4(2010):301-9.

<sup>36</sup> P. Bugalho; B. Correa and N. Viana-Baptista, Papel do cérebro nas funções cognitivas e comportamentais: bases científicas e modelos de estudo. *Acta Med Port* 19:3(2006):257-68.

<sup>37</sup> E. Palacios; I. Borges and D. Andrade, Dependência química. In: F. Fregni; P. Boggio; A. Brunoni, orgs. *Neuromodulação terapêutica*. (São Paulo: Sarvier, 2012), p. 303-8.

<sup>38</sup> N. Marques Junior, Importância da neurociência para o treino técnico e tático. *Rev Corpoconci* 16:1(2012):25-44.

<sup>39</sup> E. Miller and J. Cohen, Integrative theory of pre-frontal cortex function. *Annu Rev Neurosci* 24 (2001):167-202 and M. Oliveira. *Neurofisiologia do comportamento*. 3ª ed. (Canoas: ULBRA; 2005), 32-50, 59-62, 113-131.

O córtex motor é responsável pelo controle do movimento voluntário, conforme o sinal sensorial, ele pode aumentar ou diminuir as tarefas motoras durante o esforço físico<sup>40</sup>. Ele também envia sinais ao sistema respiratório para aumentar a amplitude e a frequência respiratória<sup>41</sup>.

As demais regiões do cérebro envolvidas na PSE se localizam no sistema da emoção, sendo as seguintes e possuindo diferentes funções<sup>42</sup>: giro cíngulo (atua na agressividade, na dor e em memórias de emoções anteriores), amígdala (relacionada com o aprendizado emocional e identifica o perigo), hipocampo (atua na memória de longa duração, permitindo a pessoa escolher a melhor opção da tarefa – tomada de decisão), tálamo (responsável pelo comportamento emocional) e hipotálamo (controla o comportamento e diversas condições internas do corpo, como a temperatura corporal, a fome e a sede). Portanto de acordo com o nível da PSE, o sistema emocional vai responder conforme as necessidades psicofisiológicas do exercitante.

Após o estímulo sensorial chegar no SNC e ser analisada a PSE, ele retorna pelo nervo eferente para os sistemas do ser humano – muscular, cardiovascular e respiratório, sendo realizado os ajustes necessários para o indivíduo continuar ou até interromper o esforço físico<sup>43</sup>.

O impulso nervoso do SNC que é direcionado após a análise da PSE é encaminhado para os músculos pelos motoneurônios, essa inervação desses neurônios nos músculos é denominado de unidades motoras (UMs)<sup>44</sup>. Em exercícios leves, são recrutadas UMs de baixo limiar, com uma baixa PSE, ou acontecendo o contrário durante um esforço extenuante<sup>45</sup>. Esse trabalho das UMs é contínuo, acontece ação muscular concêntrica e excêntrica, porém, quando a PSE torna-se muito alta, pode acontecer uma redução do estímulo elétrico via SNC para a musculatura até cessar a atividade<sup>46</sup>. Outro fator que influencia na PSE, são os estoques de glicogênio muscular, um aumento desse substrato energético reduz a PSE, mas uma redução desse componente do organismo aumenta a PSE<sup>47</sup>.

O sistema cardiovascular trabalha ao mesmo tempo da musculatura no momento do esforço físico. Após esse sistema receber informações do SNC sobre a PSE pelos nervos autônomos que inervam o miocárdio, pode acontecer um aumento ou diminuição

---

<sup>40</sup> M. Brecht; N. Hatsopoulos; T. Kaneko and G. Shepherd, Motor cortex microcircuits. *Front Neural Circuits* 7:196(2013):1-2.

<sup>41</sup> A. Guyton. *Fisiologia humana*, 6ª ed. (Rio de Janeiro: Guanabara, 1988), 375-6.

<sup>42</sup> V. Antonio; M. Colombo; D. Monteverde; G. Martins; J. Fernandes; M. Assis and R. Batista, *Neurobiologia das emoções*. *Rev Psiqu Clin* 35:2(2008):55-65.

<sup>43</sup> T. Noakes, Time to move beyond a brainless exercise physiology: the evidence for complex regulation of human exercise performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 36:1(2011):23-35.

<sup>44</sup> H. Huxley, Fifty years of muscle and the sliding filament hypothesis. *Eur J Biochem* 271:8(2004):1403-1415.

<sup>45</sup> N. Marques Junior, Adaptações fisiológicas do treino de força em atletas de desportos de potência. *Rev Min Educ Fís* 13:2(2005):43-60.

<sup>46</sup> D. Tkach; H. Huang; T. Kuiken, Study of stability of time-domain features for electromyography pattern recognition. *J Neuroengineer Rehabil* 7:1(2010):1-13.

<sup>47</sup> R. Maughan; L. Burke; E. Coyle, *Food, nutrition and sports performance II*. (New York: Routledge, 2004), 24-49.

do coração em bombear sangue para todos os tecidos do corpo humano<sup>48</sup>. O sistema respiratório também atua no mesmo momento dos outros sistemas, ele recebe o sinal do SNC sobre a PSE através dos nervos somáticos que inervam o diafragma e pelos nervos autônomos que inervam os pulmões<sup>49</sup>. Portanto, conforme o nível da PSE a frequência respiratória pode aumentar ou diminuir<sup>50</sup>, com o intuito de fornecer oxigênio e remover gás carbônico do organismo<sup>51</sup>.

Esse impulso nervoso do SNC que é encaminhado para os demais sistemas pode ser por antecipação ou através de uma adequada resposta do feedback que é fornecida anteriormente pelo sistema nervoso periférico<sup>52</sup>. Quando o praticante do exercício possui certeza sobre o nível da PSE que o SNC fez a interpretação, ele antecipa o impulso nervoso do cérebro para as regiões do corpo envolvidas na tarefa. Mas caso o SNC não tenha precisão do nível da PSE, ocorre um atraso do impulso nervoso do cérebro, sendo encaminhada uma adequada resposta do feedback.

A figura 4 ilustra o que foi explicado anteriormente sobre os mecanismos psicofisiológicos da PSE.

---

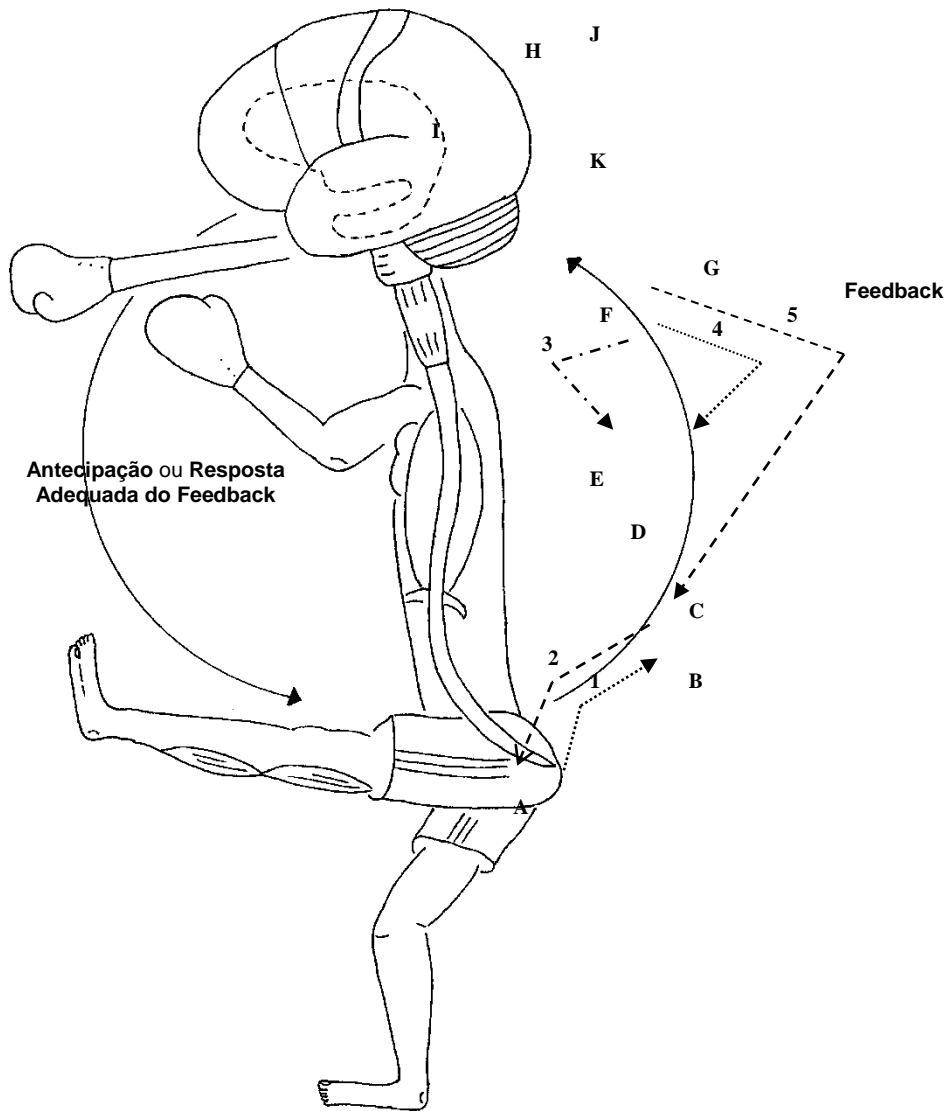
<sup>48</sup> T. Pires Santos; L. Corrêa; I. Santos; L. Ueno; R. Fraga and N. Rolim, Exercício físico no controle autonômico em pacientes com insuficiência cardíaca. In: C. Negrão and A. Barretto, eds. *Cardiologia do exercício* (Barueri: Manole, 2010), 568-87.

<sup>49</sup> P. Rocco, Anatomia funcional da árvore respiratória. In Curi R, Araújo Filho J., orgs. *Fisiologia básica*. (Rio de Janeiro: Guanabara, 2009), 451-6.

<sup>50</sup> A. Nicolò; S. Marcora and M. Sacchetti, Respiratory frequency is strongly associated with perceived exertion during time trials of different duration. *J Sports Sci* (2015):1-8. [E pub ahead of print].

<sup>51</sup> M. Rondon; A. Santos; D. Martinez; D. Alonso; E. Rondon and F. Zamo-Roth, Fisiologia integrativa no exercício físico. In: C. Negrão and A. Barretto, eds. *Cardiologia do exercício* (Barueri: Manole, 2010), 38-72.

<sup>52</sup> A. St Clair Gibson; E. Lambert; L. Rauch; R. Tucker; D. Baden; C. Foster and T. Noakes, The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Med* 36:8(2006):705-22.



**Estruturas Anatofisiológicas da PSE:** A) músculos, B) medula espinhal, C) diafragma, D) pulmão, E) coração, F) tronco cerebral, G) cerebelo, H) córtex motor, I) córtex pré-frontal, J) córtex somatossensorial e K) sistema da emoção que está tracejado.

**Respostas Psicofisiológicas da PSE**

- 1) Os nervos aferentes sensoriais dos músculos (A, na seta pontilhada) encaminham os sinais sensoriais pelas estruturas do corpo humano – nas letras B, F, G, H, I, J e K.
- 2) O motoneurônio (na seta tracejada) transmite as informações do SNC sobre a PSE para os músculos.
- 3) Os nervos autônomos (na seta em traço e ponto) envia as informações do SNC sobre a PSE para o coração.
- 4) Os nervos autônomos (na seta pontilhada) encaminha as informações do SNC para o pulmão.
- 5) Os nervos somáticos (na seta tracejada) conduz as informações do SNC para o diafragma.

Figura 4

Interação dos sistemas durante as respostas psicofisiológicas da PSE do lutador de boxe tailandês durante vários socos e chutes

Porém, existe uma teoria contrária ao que foi explicado, a PSE é detectada no SNC e realiza um comando eferente para encaminhar as informações para os sistemas do indivíduo. O leitor pode ter mais detalhes em Marcora<sup>53</sup>.

<sup>53</sup> S. Marcora, Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. J Appl Physiol 106:6(2009):2060-2.

## 2.- Estudos sobre a prescrição do treino com as escalas de percepção subjetiva do esforço

As escalas de percepção subjetiva do esforço (PSE) monitoram a intensidade do esforço do treino físico, da sessão técnica, do trabalho do treino situacional e do jogo<sup>54</sup>. Elas são um instrumento barato e de fácil manuseio, podendo ser aplicado em qualquer população e em diversas faixas etárias<sup>55</sup>.

As escalas de PSE possuem relação linear com as medidas fisiológicas e com a carga externa da sessão<sup>56</sup>. Outra vantagem de usar essas escalas da psicofísica é o armazenamento na memória do trabalho físico da sessão, o indivíduo faz um treino aeróbio ou anaeróbio ou outro, em um determinado ponto de intensidade da escala de PSE<sup>57</sup>. No dia seguinte ou após alguns dias ou até 1 mês, o testado consegue fazer o esforço idêntico naquela faixa de intensidade que foi efetuado o treino anterior. Essas informações foram evidenciadas na investigação de Ward et al.<sup>58</sup>

Ward et al.<sup>59</sup> selecionaram dezessete ( $n = 17$ ) cadeirantes, sendo composto por dois grupos – ativos ( $n = 10$ ,  $18,8 \pm 6,9$  anos) e sedentários ( $n = 7$ ,  $17,7 \pm 7,8$  anos). Os sujeitos foram instruídos a percorrer na pista de atletismo de 400 m, na intensidade 7, 10, 13 e 16 da escala de Borg 6-20, ou seja, cada volta o cadeirante fez uma intensidade. Após completar cada ponto de intensidade da escala na pista de 400 m, o avaliado descansava até a frequência cardíaca (FC) ser menor do que 100 batimentos por minuto (bpm). Essa FC foi aferida por um monitor que identificou essa resposta fisiológica. Após 1 mês, os mesmos cadeirantes ativos e sedentários fizeram o mesmo trabalho físico na pista de atletismo, sendo evidenciado resultados similares da velocidade em metros por segundo (m/s) do 1º teste e do 2º porque nas comparações da mesma intensidade não foi detectada diferença significativa ( $p > 0,05$ ). A figura 5 apresenta o resultado.

<sup>54</sup> A. Asadi, Monitoring plyometric exercise intensity using rating of perceived exertion scale. *Phys Activ Rev* 2 (2014):10-5 e F. Clemente; R. Rocha; A. Miranda and R. Mendes, Jogos reduzidos no handebol: efeitos na percepção subjetiva de esforço. *Rev Mackenzie Educ Fis Esp* 13:2(2014):53-64

<sup>55</sup> S. Powers and E. Howley, *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 3ª ed. (São Paulo: Manole, 2000), 292.

<sup>56</sup> M. Chen; X. Fan and S. Moe, Criterion-related validity of the Borg rating of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci* 20:11(2002):879-99.

<sup>57</sup> J. Kang; E. Chaloupka; G. Biren; M. Mastrangelo and J. Hoffman, Regulating intensity using perceived exertion: effect of exercise duration. *Eur J Appl Physiol* 105:3(2009):445-51.

<sup>58</sup> D. Ward; O. Bar-Or; P. Longmuir and K. Smith, Use of rating of perceived exertion to prescribe exercise intensity for wheelchair-bound children and adults. *Pediatr Exerc Sci* 7:2(1995):94-102.

<sup>59</sup> D. Ward; O. Bar-Or; P...1995



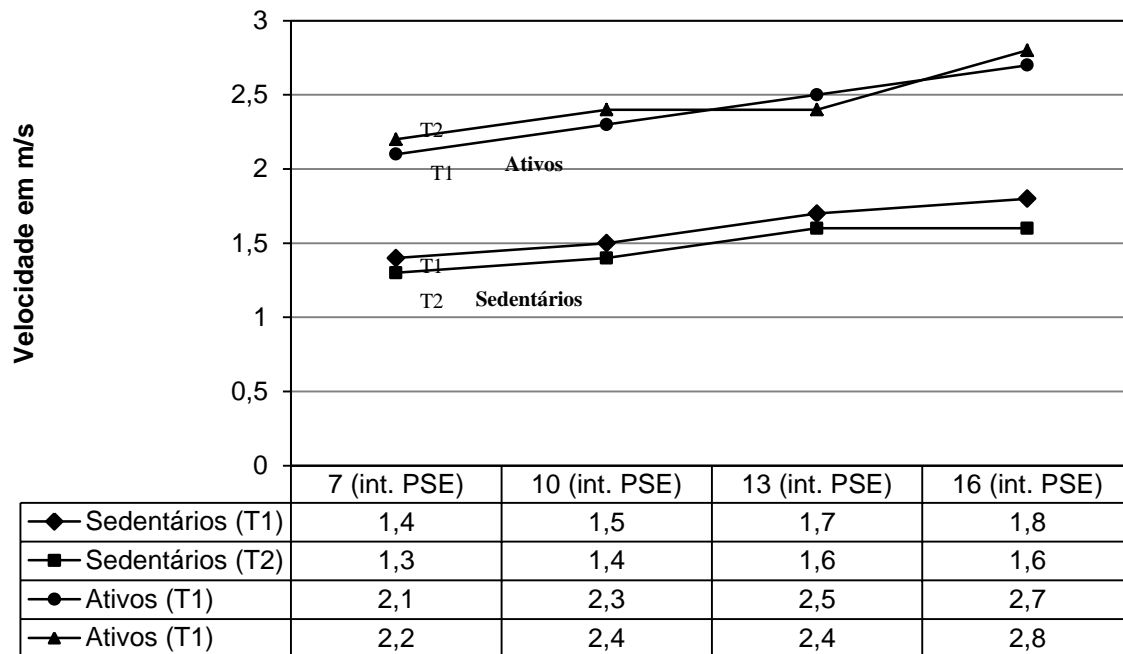


Figura 5

Valores próximos da velocidade do 1º teste (T1) e do 2º teste (T2) conforme a intensidade (int.) da escala de PSE

Os autores concluíram que, a escala de PSE é um instrumento confiável para prescrever a intensidade do treino dos cadeirantes.

Então, baseado em todas essas informações, alguns pesquisadores começaram indicar as escalas de PSE para prescrever a intensidade do exercício<sup>60</sup>.

Esse capítulo vai apresentar o “estado da arte” (“Estado da Arte”: é o mapeamento de um determinado conhecimento científico com o intuito de estabelecer o estágio em que ele se encontra referente ao conhecimento acadêmico daquele momento) das escalas de PSE na prescrição da intensidade do treino que foi encontrado na literatura até 2015, sendo um total de 10 investigações sobre esse tema.

### 2.1. Os primeiros estudos com as escalas de percepção subjetiva do esforço na prescrição da intensidade do treino

O 1º estudo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi conduzido por Ward e Bar-Or<sup>61</sup>. O objetivo da pesquisa foi prescrever a intensidade do treino aeróbico para jovens com elevado percentual de gordura (%G).

<sup>60</sup> G. Borg, Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc 14:5(1982):377-81 and R. Eston, Use of rating perceived exertion in sports. Int J Sports Physical Perform 7:2(2012):175-82.

<sup>61</sup> D. Ward and O. Bar-Or, Use of the Borg scale in exercise prescription for overweight youth. Can J Sport Sci 15:2(1990):120-5.

A amostra foi constituída por 20 jovens com elevado %G de 9 a 15 anos ( $n = 20$ ,  $11,4 \pm 1,7$  anos,  $152,9 \pm 11,5$  centímetros - cm de estatura,  $60,4 \pm 11,7$  quilogramas - kg e  $98,6 \pm 13,7$  de %G), sendo 10 meninos ( $n = 10$ ,  $11,2 \pm 1,7$  anos,  $153,1 \pm 13,5$  cm de estatura,  $60,5 \pm 11$  kg e  $98,3 \pm 13,7$  de %G) e 10 meninas ( $n = 10$ ,  $11,6 \pm 1,8$  anos,  $152,7 \pm 9,8$  cm de estatura,  $60,2 \pm 11,1$  kg e  $98,9 \pm 14$  de %G).

A primeira visita no laboratório os jovens com elevado %G efetuaram o testes antropométricos e um teste na bicicleta estacionária para estabelecer o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ). O teste de  $VO_{2máx}$  teve estágios de 2 minutos (min) até o sujeito atingir a exaustão, possuindo 4 a 6 estágios com duração de 8 a 12 min. Durante o teste de  $VO_{2máx}$  a FC foi estabelecida por eletrocardiograma (ECG). O pico de potência mecânica na bicicleta estacionária foi estabelecido na mais alta potência que o avaliado permaneceu pedalando no estágio de 2 min.

Após uma semana, os jovens com elevado %G pedalarão na bicicleta estacionária com uso da escala de Borg 6-20, em uma cadência de 50 revoluções por minuto (rpm) que foi ditada por metrônomo, nas intensidades de 20, 40, 60 e 80% do  $VO_{2máx}$  (medida fisiológica que foi estabelecida na 1ª visita no laboratório). Porém, essa sequência da intensidade pelo  $VO_{2máx}$  foi diferente nos dois grupos que Ward e Bar-Or (1990) separaram – composto por 5 meninos e 5 meninas cada grupo, o grupo (G1) fez em uma intensidade crescente e o grupo 2 (G2) praticou a intensidade do  $VO_{2máx}$  randomizada (foi realizado através de sorteio). A FC desse teste foi estabelecida 15 segundos (s) antes de cada estágio do  $VO_{2máx}$  e no fim do mesmo, sendo apresentada imediatamente em seguida a escala de Borg 6-20. Para saber com precisão em qual FC os testados se encontravam na escala de PSE de Borg 6-20, foi realizada uma regressão linear simples. Essa mesma avaliação foi feita novamente 2 ou 3 dias depois para certificar sobre os valores da FC conforme a intensidade da escala de Borg 6-20.

Após os testes, os jovens com elevado %G praticaram duas sessões de treino aeróbio em dias diferentes, na bicicleta estacionária e de caminhada e/ou corrida na pista de atletismo de 400 metros (m). Antes de iniciar as sessões aeróbias, os jovens foram divididos em dois grupos, o G1 fez o trabalho aeróbio com intensidade da escala de Borg 6-20 de maneira crescente, valores 7, 10, 13 e 16. O G2 praticou as duas sessões aeróbias com intensidade da PSE randomizada.

Os sujeitos do estudo de Ward e Bar-Or<sup>62</sup> pedalarão por 4 min com estímulos fracionados (2 séries x 2 min) em uma cadência de 50 rpm com uso da escala de Borg 6-20 nas respectivas intensidades prescritas em cada minuto. Após o estímulo de 2 min, aconteceu um intervalo de 3 min, onde a FC deveria retornar para 100 batimentos por minuto (bpm) ou menos para o jovem com elevado %G fazer novamente o resto da sessão, 2 min. Os quatro valores de intensidade da escala de Borg 6-20 (7, 10, 13 e 16) foram feitos cada um em 1 min, sendo mensurada a FC nos últimos 15 s finais de cada 1 min e a escala de PSE foi apresentada imediatamente para a próxima tarefa de 1 min. O G2 que realizou as intensidades da escala de Borg 6-20 randomizada fez essa tarefa nos 2 min iniciais e escolheu a intensidade que gostaria de começar e terminar os 2 min finais – foram os dois valores de intensidade que não foram randomizados. Então, o exercício aeróbio na bicicleta estacionária ficou com o seguinte delineamento.

---

<sup>62</sup> D. Ward and O. Bar-Or, Use of the Borg scale in exercise prescription for overweight youth. Can J Sport Sci 15:2(1990):120-5.

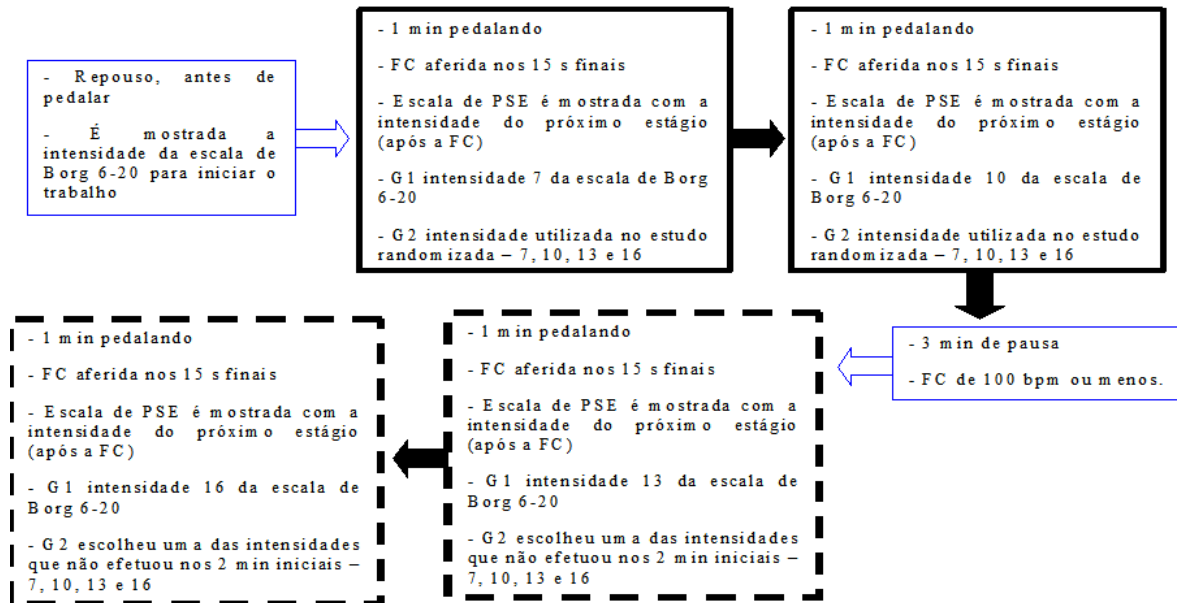


Figura 6  
Protocolo do exercício aeróbio na bicicleta estacionária

As intensidades da escala de Borg 6-20 que foram utilizadas no estudo de Ward e Bar-Or<sup>63</sup> possuem a seguinte classificação: 7 é extremamente leve, 10 é entre muito leve e leve, 13 é bastante difícil e 16 é entre difícil e muito difícil<sup>64</sup>.

A caminhada e/ou a corrida no metabolismo aeróbio que foi realizada na pista de atletismo de 400 m, foi praticada na mesma intensidade da bicicleta estacionária – 7, 10, 13 e 16, também foram efetuadas com os mesmos grupos, o com intensidade crescente e com essa variável randomizada. A intensidade da escala de PSE foi apresentada sempre antes dos treinando iniciarem o estímulo. A FC foi aferida com o Polar PE 3000 nos 15 s finais de 400 m. Para os jovens com elevado %G caminharem e/ou correrem em um ritmo constante, um bip soava a cada 100 m da pista de atletismo.

Os sujeitos do estudo percorreram 4 vezes a pista de 400 m, com o intuito de realizar os valores da intensidade da escala de Borg 6-20. Após cada volta na pista de atletismo, os jovens com elevado %G descansavam por 3 min ou até a FC ser menor do que 100 bpm para o estudado praticar novamente o estímulo. O exercício aeróbio de caminhada e/ou corrida de Ward e Bar-Or<sup>65</sup> teve o seguinte delineamento.

<sup>63</sup> D. Ward and O. Bar-Or, Use of the Borg scale in exercise prescription for overweight youth. Can J Sport Sci 15:2(1990):120-5.

<sup>64</sup> American College of Sports Medicine, Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. (Rio de Janeiro: Guanabara, 2010), p. 54-5, 106-110.

<sup>65</sup> D. Ward and O. Bar-Or....

Escala de prescrição da intensidade subjetiva do esforço do treino (pise treino): possível evolução da psicofísica... pág. 22

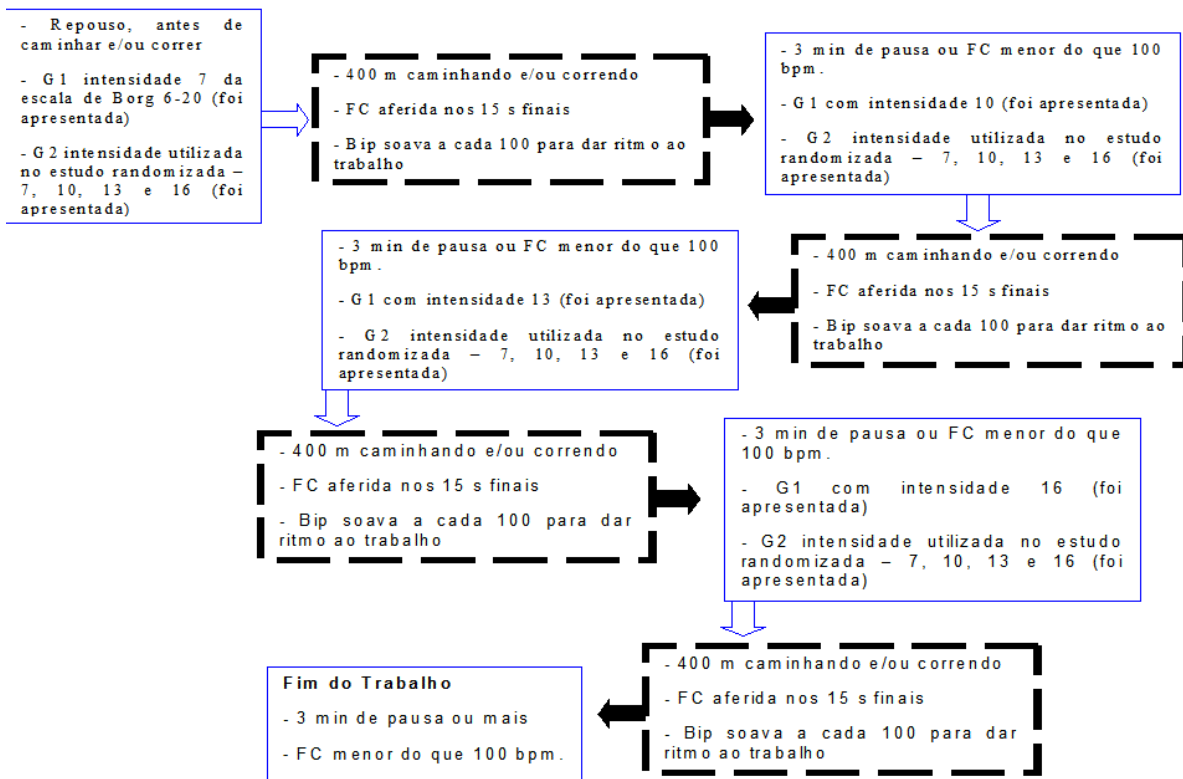


Figura 7  
Protocolo do exercício aeróbio de caminhada e/ou corrida

Os resultados do estudo de Ward e Bar-Or<sup>66</sup>, foram tratados pela Anova *two way* (2 grupos x 4 intensidades), do G1 que fez a intensidade crescente e do G2 que fez a intensidade randomizada, não sendo detectada diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

Em seguida, os dados do G1 e do G2 foram analisados juntos, pela Anova *one way* e com o *post hoc* Newman-Keuls ( $p \leq 0,05$ ). A FC e o pico de potência em percentual (%) do trabalho aeróbio na bicicleta estacionária realizado pelos jovens com elevado %G tiveram diferença significativa em todas as comparações ( $p \leq 0,05$ ), conforme aumentava a intensidade do trabalho pela a escala de Borg 6-20, maior era a FC e mais elevado era o pico de potência em % da bicicleta estacionária. A figura 8 apresenta esses resultados, os valores do gráfico são a média.

<sup>66</sup> D. Ward and O. Bar-Or...

Escala de prescrição da intensidade subjetiva do esforço do treino (pise treino): possível evolução da psicofísica... pág. 23

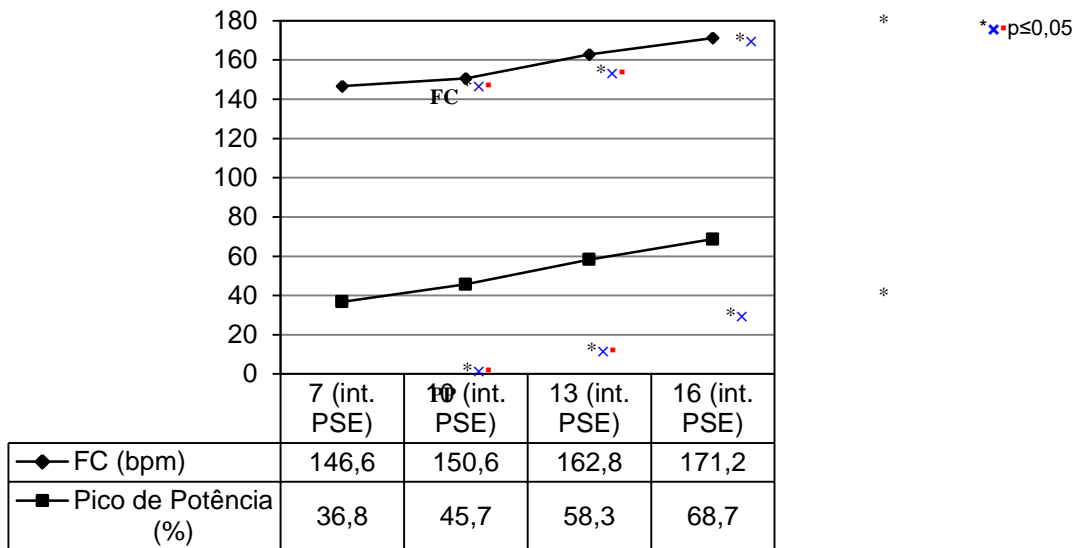


Figura 8

O aumento da intensidade (int.) da escala de Borg 6-20 resultou em uma elevação da FC em bpm e do pico de potência (PP) em % da bicicleta estacionária

Enquanto que na caminhada e/ou na corrida dos jovens com elevado %G, a Anova *one way* e com o *post hoc* Newman-Keuls ( $p \leq 0,05$ ) identificaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) da FC na intensidade 7 versus as demais, e da velocidade (V) em metros por segundo (m/s) da intensidade 7 e 10 versus a 13 e 16. A figura 9 ilustra esses resultados.

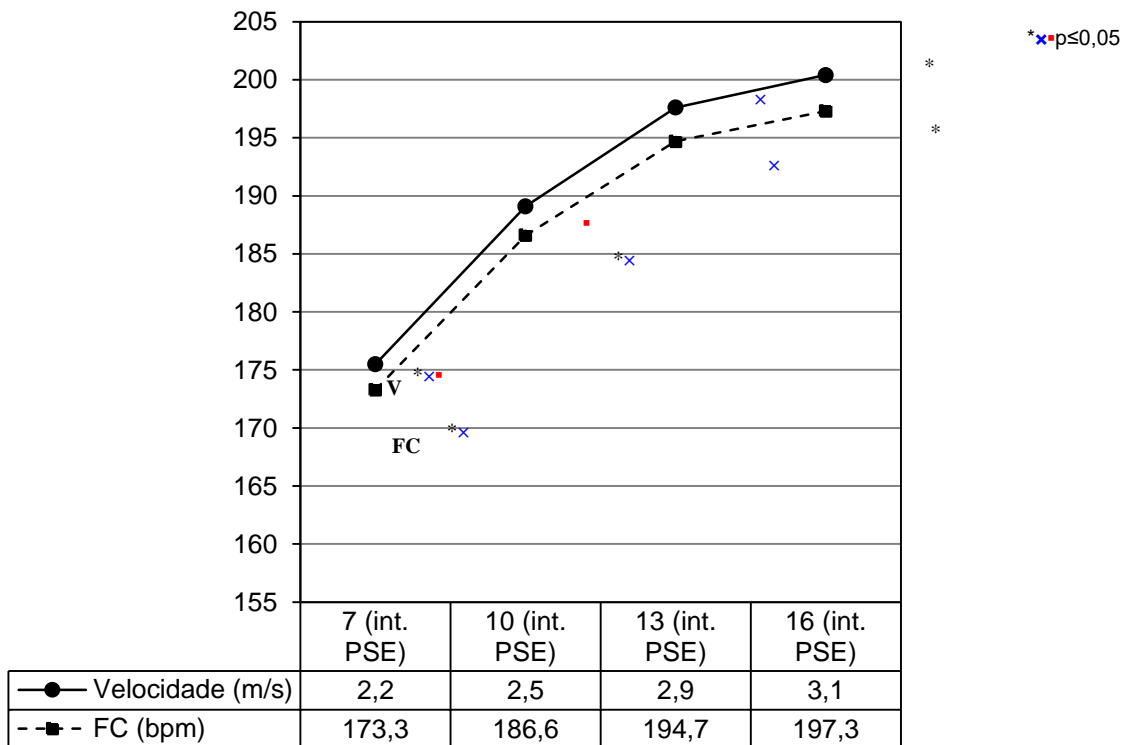


Figura 9

Valores da FC e da velocidade (V) em m/s da caminhada e/ou da corrida conforme a intensidade (int.) da escala de Borg 6-20.

Em conclusão, os jovens com elevado %G superestimaram todas as intensidades da caminhada e/ou corrida e superestimaram as intensidades mais baixas (7 e 10) da bicicleta estacionária, então, pode-se afirmar que eles realizaram um esforço acima do que foi estipulado nos testes do estudo de Ward e Bar-Or<sup>67</sup>. Enquanto que nas duas intensidades mais altas (13 e 16) da bicicleta estacionária, os sujeitos subestimaram as intensidades, ou seja, realizaram um esforço inferior ao que estava pré-estabelecido nos testes.

O 2º estudo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi realizado por Dunbar e Kalinski<sup>68</sup>.

O objetivo do estudo foi de verificar se a escala de PSE é válida para prescrever a intensidade do treino aeróbico por 20 semanas de mulheres com idade avançada. A amostra foi composta por 6 mulheres (n = 6) de pós-menopausa de 70±7,07 anos.

A primeira visita no laboratório as mulheres com idade avançada se familiarizaram com o protocolo do experimento. No dia do teste, foi usada em cada minuto da avaliação a escala de Borg 6-20 e os sujeitos iniciaram a tarefa na bicicleta estacionária com uma carga de zero watts (W), mas a cada 2 minutos (min), a carga era aumentada para 25 W, esse procedimento foi efetuado até as mulheres com idade avançada entrarem em exaustão. Durante o teste também foram coletados parâmetros respiratórios, como ventilação por minuto, consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) e outros pelo automático sistema da Medical Graphics 2001. O VO<sub>2</sub> mensurado no teste foi plotado conforme a técnica de Dunbar, que permitiu aos pesquisadores em determinar a intensidade alvo da escala de PSE, sendo 40, 50 e 60% do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx</sub>).

Os sujeitos do estudo de Dunbar e Kalinski<sup>69</sup> realizaram um circuito aeróbico (esteira, bicicleta e subir escada - step) por 3 vezes na semana. A intensidade foi de 40, 50 e 60% do VO<sub>2máx</sub>, mas essa intensidade foi controlada nas sessões pela PSE, ou seja, foi prescrito por esse instrumento, tendo duração de 15 a 30 min. Para os pesquisadores da investigação terem precisão da intensidade prescrita pela escala de Borg de 15 pontos, ela também foi verificada pela FC que equivaleu os valores de 40, 50 e 60% do VO<sub>2máx</sub>. A frequência cardíaca (FC) foi estabelecida pelo eletrocardiograma Physiocontrol Lifepak 6. Essa sessão foi realizada por 20 semanas, aproximadamente 5 meses, sendo praticada 60 treinos.

Os resultados do estudo Dunbar e Kalinski<sup>70</sup> verificaram diferença entre a FC alvo equivalente ao % do VO<sub>2máx</sub> versus a FC de treino, que foi realizada pelos sujeitos nas sessões conforme a intensidade prescrita pela escala de PSE. Essa diferença foi detectada pelo teste qui quadrado (p≤0,05).

A FC alvo versus a FC de treino teve diferença significativa (p≤0,05) no período de 4, 6 e 10 semanas nas mulheres com idade avançada, esse período a amostra do estudo não obteve precisão com a escala de PSE porque a FC de treino esteve muito abaixo da FC alvo. Mas em 2 semanas, com intensidade baixa da PSE e com um trabalho

---

<sup>67</sup> D. Ward and O. Bar-Or...

<sup>68</sup> C. Dunbar and M. Kalinski, Using RPE to regulate exercise intensity during a 20-week training program for postmenopausal women: a pilot study. *Percept Mot Skills* 99:2(2004):688-90.

<sup>69</sup> C. Dunbar and M. Kalinski...

<sup>70</sup> C. Dunbar and M. Kalinski...

duradouro de 20 semanas com a escala de Borg 6-20, os sujeitos da pesquisa atingiram a FC alvo durante a sessão ( $p > 0,05$ ). Portanto, as mulheres com idade avançada conseguiram memorizar o esforço físico nesses dois momentos da investigação. Os resultados são expostos na figura 10.

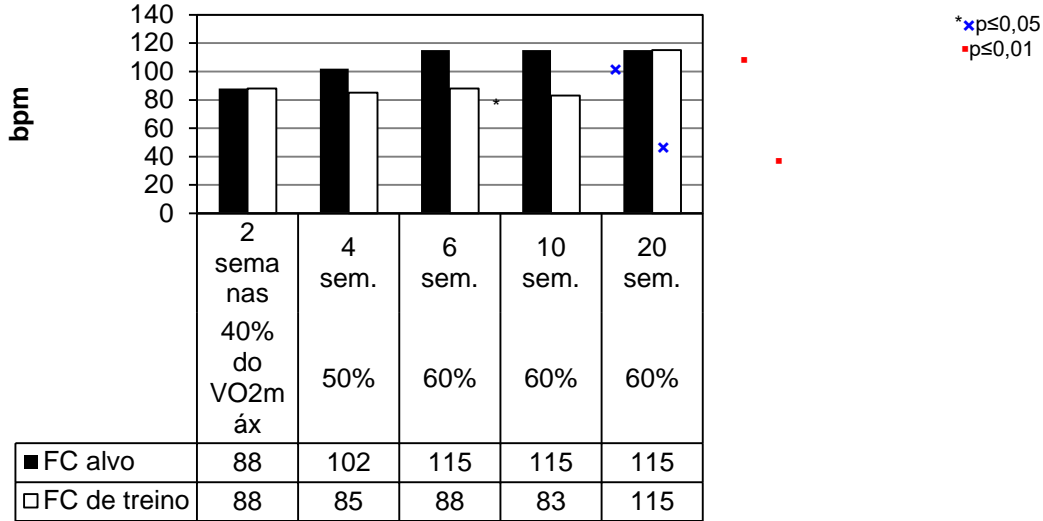


Figura 10

FC alvo foi mensurada durante o teste e a FC de treino do circuito aeróbio foram detectadas durante as sessões, ambos os valores foram obtidos com uso da escala de PSE

Em conclusão, a escala de PSE é relativamente segura para prescrever a intensidade porque os sujeitos tendem não passar da intensidade desejada, ou seja, atingem a FC alvo ou ficam abaixo do estabelecido.

O 3º estudo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi efetuado por Llaraza et al.<sup>71</sup> O objetivo do estudo foi de verificar a diferença das medidas fisiológicas e da carga externa através da prescrição da intensidade pela escala de PSE versus a frequência cardíaca (FC) de pessoas que tiveram problema no miocárdio.

A amostra foi composta por 78 pacientes (n = 78, 86% de homens e 14% de mulheres) que tiveram problema no miocárdio (infarto ou cirurgia na artéria coronária) após 1 mês, a idade dos participantes era de 56±10 anos.

As primeiras visitas ao laboratório foram para certificar se todos os sujeitos estavam recuperados do problema de coração que tiveram, sendo efetuados alguns testes. Então, os pacientes da investigação de Llaraza et al.<sup>72</sup> foram randomizados em 3 grupos. Mas antes de iniciar o treino de cada grupo, foi realizado na bicicleta estacionária um exercício submáximo para coletar a FC na intensidade 13 da escala de Borg 6-20 e a carga em watts (W) da bicicleta na intensidade 13 da mesma escala. Também em outro dia, foi efetuado um teste máximo na bicicleta estacionária com duração de aproximadamente 10

<sup>71</sup> H. Llaraza; J.; Myers; W. Kottman; H. Rickli and P. Dubach, An evaluation of training responses using self-regulation in residential rehabilitation program. *Comp Exerc Prescr Method* 24:1(2004):27-33.

<sup>72</sup> H. Llaraza; J...

minutos (min), onde foi aferida a FC, a carga em W, a PSE e a duração dos pacientes no teste. Em ambas as atividades, a FC foi mensurada pelo eletrocardiograma (ECG) VingMed CFM-725. Portanto, em ambos os exercícios físicos – no exercício submáximo e no teste máximo, foi realizado um pré-teste antes de começar os treinos, e um pós-teste, após serem praticadas as sessões.

O mesmo treino foi prescrito para os 3 grupos por 1 mês na pesquisa de Llaraza et al.<sup>73</sup> Todos fizeram 5 vezes na semana bicicleta estacionária por 30 min e também realizaram 2 vezes na semana caminhada por 45 min. A diferença entre os grupos foi a maneira que foi prescrita a intensidade do trabalho aeróbio.

O grupo 1 (G1), utilizou a reserva da FC (RFC) de Karvonen, Kentala e Mustala<sup>74</sup>, sendo a seguinte:  $RFC = [(FC \text{ máxima} - FC \text{ de repouso}) \cdot 0,70] + FC \text{ de repouso} = ? \text{ bpm}$ . Para controlar essa intensidade, foi utilizado um monitor de FC Polar, na bicicleta estacionária a cada 10 segundos (s) o exercitado era avisado sobre a zona alvo da FC, enquanto que na caminhada, a cada 5 min o monitor informava se o praticante da atividade física estava na FC alvo de treino.

O grupo 2 (G2) utilizou a escala de Borg 6-20 nos pontos de intensidade de 12 (classificada como entre leve e bastante difícil), 13 (bastante difícil) e 14 (entre bastante difícil e difícil), conforme as classificações do esforço fornecidas pelo American College of Sports Medicine<sup>75</sup>. A escala de PSE foi aplicada nos dois trabalhos aeróbios, ciclismo estacionário e caminhada.

O grupo 3 (G3) usou a reserva da FC em uma faixa de trabalho de 60 a 80% do exercício máximo que foi realizado no teste, sendo aferida pelo monitor de FC. Também utilizou a escala de Borg 6-20 nos pontos de intensidade de 12 a 14.

Inicialmente a escala de PSE foi explicada como deveria ser usada para o G2 e 3, antes de iniciar o treino aeróbio. O G2 ainda realizou nas primeiras sessões a escala de PSE como aprendizado para prescrever a intensidade dos treinos. Os pesquisadores também coletaram a FC do G2 pelo monitor dessa resposta fisiológica, embora ela não tenha sido utilizada para prescrever o treino, somente a escala de PSE.

Os dados dos três grupos dos pacientes que tiveram problema no miocárdio do estudo de Llaraza et al.<sup>76</sup> foram tratadas pela Anova Multivariada e pelo post hoc Bonferroni ( $p \leq 0,05$ ).

Os valores da FC de reserva do treino aeróbio foram similares ( $p > 0,05$ ) nos 3 grupos, em relação ao percentual exercitado (65% do G1, 64% do G2 e 69% do G3) e em relação ao valor trabalhado em bpm ( $107 \pm 13$  bpm do G1,  $105 \pm 10$  bpm do G2 e  $106 \pm 8$  bpm do G3). A PSE também apresentou resultados parecidos ( $p > 0,05$ ) durante os treinos, o G2 foi de  $12,8 \pm 0,47$  e do G3 foi de  $12,6 \pm 0,79$ . Em nenhum dos dados analisados entre os grupos ocorreu diferença significativa ( $p > 0,05$ ), somente no mesmo grupo ( $p \leq 0,05$ ). A tabela 2 exhibe os valores.

<sup>73</sup> H. Llaraza; J...

<sup>74</sup> M. Karvonen; K. Kentala and O. Mustala, The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Expl Biol Fenn* 35:3(1957):305-15.

<sup>75</sup> American College of Sports Medicine...

<sup>76</sup> H. Llaraza; J...



Variável	G1 (FC de reserva)		G2 (PSE)		G3 (FC de reserva e PSE)		p (entre grupos)
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	
<b>Exercício Submáximo</b>	104±17	15±18	101±17	107±17	99±13		0,71
FC na PSE 13 (bpm)	82,6±36	16,4±40*	76,8±28		110±13		0,84
W na PSE 13			105,1±40*		79±31		
					115,3±37x		
<b>Teste Máximo</b>	pré	pós	pré	pós	pré	pós	
FC (bpm)	125±17		119±20		116±14		0,52
Carga em W	141±19*		129±18		132±18*		0,70
PSE	129,2±39		123,3±37		124,5±38		0,69
Tempo no Teste (min)	169,1±41*		151,2±42		163,3±46x		0,45
	18,2±1		18,3±0,9		18,3±1		
	18,8±0,8		19,2±0,8x		18,9±0,8		
	8,3±1,5		8,3±1,8		8±1,8		
	11,1±1,4*		10,2±2x		10,5±2,4x		

\*p≤0,05, xp≤0,01 (no mesmo grupo)

Tabela 2

Pré-teste antes do treino de 1 mês e após o trabalho aeróbio dos sujeitos que tiveram problema no miocárdio

Em conclusão, os dois métodos para prescrever a intensidade, FC e escala de PSE, proporcionaram efeitos significativos nos pacientes, sendo muito útil para os indivíduos com problema no miocárdio que não possuem acesso a uma tradicional clínica de reabilitação. Logo, a escala de PSE é um meio fácil e barato de prescrever a intensidade da sessão.

O 4º estudo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi realizado por Carvalho, Bocchi e Guimarães<sup>77</sup>. O objetivo do estudo foi de prescrever a intensidade pela escala de Borg 6-20 que corresponde ao limiar ventilatório (LV) de dois exercícios de caminhada.

Foram selecionados 64 indivíduos (n = 64) que tiveram problema no miocárdio após 1 mês. Em seguida, esses pacientes fizeram um teste na esteira Marquette Electronics usando o protocolo de Naughton modificado, sendo detectado após essa avaliação a frequência cardíaca de limiar ventilatório (FC<sub>LV</sub>), a FC de pico (FC<sub>pico</sub>) e a FC do ponto de compensação respiratória (FC<sub>pgr</sub>) etc. A FC<sub>pico</sub> é o valor máximo dessa medida fisiológica apresentada no teste máximo<sup>78</sup>. Já o LV, é a maneira não invasiva de determinar a intensidade do esforço físico progressivo durante o teste na esteira ou na bicicleta estacionária por parâmetros ventilatórios, por exemplo, através do aumento do equivalente ventilatório (ventilação pulmonar - VE/VO<sub>2</sub>) sem aumento do volume de dióxido de carbono expirado (VE/VCO<sub>2</sub>)<sup>79</sup>.

<sup>77</sup> V. Carvalho; E. Bocchi and G. Guimarães, The Borg scale as an important tool of self-monitoring and self-regulation of exercise prescription in heart failure patients during hydrotherapy. *Circ J* 73:10(2009):1871-6.

<sup>78</sup> A. Santos; S. Silva; P. Farinatti and W. Monteiro, Respostas da frequência cardíaca de pico em testes máximos de campo e laboratório. *Rev Bras Med Esp* 11:3(2005):177-80.

<sup>79</sup> M. Denadai, Lmiar ventilatório. In: B. Denadai, org., *Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo* (Rio Claro: Motrix, 2000), 25-36.

Após o teste, os sujeitos foram randomizados em 2 grupos, um grupo foi designado para caminhar na esteira (n = 22) e o outro, para fazer a mesma tarefa na água (n = 22). A mostra de 64 sujeitos foi reduzida para 44 porque 20 indivíduos foram excluídos.

Entre 2 a 3 dias após a randomização, os sujeitos que tiveram problema no miocárdio realizaram em 1 dia o treino aeróbio de 30 minutos (min) de caminhada na intensidade 11 (leve) a 13 (bastante difícil) da escala de Borg 6-20 que correspondeu a FC<sub>LV</sub>, sendo estabelecido no teste. Durante a sessão, todos usaram o monitor de FC Polar Electro Oy que mensurou essa resposta fisiológica, sendo checada a cada 5 min pelo pesquisador, mas os praticantes não tiveram acesso aos dados desse instrumento durante os dois tipos de treino – caminhada na piscina com água e/ou na esteira.

Os sujeitos do estudo de Carvalho, Bocchi e Guimarães<sup>80</sup>, que praticaram a caminhada na esteira em uma temperatura de 20±1°C. Enquanto os indivíduos que realizaram a caminhada na água da piscina indo e voltando na distância de 12 metros, estiveram em uma temperatura de 31±1°C, sem estar com o xifoide imerso.

O teste “t” independente comparou os valores da FC de ambos os grupos (p≤0,05), os resultados são apresentados na tabela 3.

Variável	Caminhada na Água	Caminhada na Esteira	p
FC <sub>treino</sub> (bpm)	101±12	101±12	0,89
% da FC <sub>LV</sub>	114±11	111±11	0,35
% da FC <sub>pcr</sub>	95±7	86±7	0,0001*
% da FC <sub>pico</sub>	85±8	78±9	0,007*

\*Diferença significativa, **bpm**: batimentos por minuto

Tabela 3  
Respostas da FC durante os dois tipos de caminhada

Em conclusão, a escala de Borg 6-20 na intensidade 11 a 13 foi um importante instrumento para prescrever a intensidade do exercício aeróbio de caminhada na água e na esteira para pacientes que tiveram problema no miocárdio porque a FC esteve entre o LV e o ponto de compensação respiratória, sendo a zona de treino.

O 5º estudo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi realizado por Céline et al.<sup>81</sup> O objetivo da investigação foi de comparar a resposta cardiorrespiratória de mulheres universitárias através da prescrição da intensidade pela frequência cardíaca (FC) versus a PSE.

A amostra foi composta por 27 mulheres universitárias (n = 27) de 22,4±2,7 anos. Em seguida, a amostra foi randomizada, sendo dividida em 3 grupos – grupo controle (GC, n = 9, 22,8±2,4 anos), grupo que a intensidade foi prescrita pela FC (grupo FC, n = 9, 22,6±3,3

<sup>80</sup> V. Carvalho; E. Bocchi and G. Guimarães...

<sup>81</sup> C. Céline; P. Monnier-Benoit ; A. Gros Lambert ; N. Tordi; S. Perrey and J-D. Rouillon, The perceived exertion to regulate a training program in young women. J Strength Cond Res 25:1(2011):220-4.

anos) e grupo que a intensidade foi prescrita pela escala de PSE (grupo PSE,  $n = 9$ ,  $22 \pm 2,7$  anos).

Após separar os grupos, todos realizaram um teste máximo na bicicleta estacionária Monark 818E, isso aconteceu antes do treino (pré-teste) e após as 6 semanas de trabalho aeróbio (pós-teste). O GC fez ambos os testes, mas não realizou o treino aeróbio de 6 semanas. Antes de iniciar o teste máximo, os sujeitos praticaram um aquecimento de 3 minutos (min) na bicicleta estacionária e descansaram por 5 min. O teste máximo iniciou com carga de 60 watts (W) por 3 min, a cada 3 min a carga aumentava para mais 30 W e o testado teve uma cadência de 70 revoluções por minuto (rpm). Esses procedimentos foram efetuados até o indivíduo ficar exausto, sendo considerado o testado nessa condição quando realizava a pedalada em 60 rpm, se encontrava na FC máxima teórica ( $220 - \text{idade} = ?$  batimentos por minuto, bpm), quando o voluntário notava que se encontrava na intensidade 6 (entre forte e muito forte) a 10 (extremamente forte) da escala de Borg CR10 ou quando ele parava de praticar o teste. Após o teste, foi estabelecida a média da PSE, embora tenha sido usado na execução de todo o teste, o limiar ventilatório (LV, determinado pelo método V-slope), a FC de pico ( $FC_{\text{pico}}$ , monitorada pelo Polar Vantage N), a potência máxima de tolerância ao esforço em W (foi o W mais alto que se manteve em 1 min) e o consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ , estabelecido pelo Med Graphics CPX) em mililitros por quilograma minutos (ml/kg/min).

Segundo Denadai<sup>82</sup>, o  $VO_{2\text{pico}}$  é o consumo máximo de oxigênio obtido durante o esforço físico até o testado entrar em exaustão, sendo mais apropriado para esse cientista do que consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ), porque geralmente acontece um platô do consumo do oxigênio quando o pesquisador mensura o  $VO_{2\text{máx}}$ .

O treino aeróbio de 6 semanas na bicicleta estacionária foi realizado 3 vezes na semana por 45 min, ou seja, foi praticado um treino intervalado (TI) de 9 séries com 5 min de estímulos. Nos 4 min do TI eram efetuados uma sessão aeróbia moderada com 70 rpm. Em seguida, era executado 1 min de pedalada de alta velocidade na bicicleta estacionária. Durante esse TI foi coletada a FC de ambos os grupos, FC e PSE. Todo esse trabalho aeróbio foi feito até acabar o tempo da sessão, 45 min.

A carga de trabalho do grupo FC a foi através do LV e da potência máxima de tolerância ao esforço em W, a intensidade também foi monitorada pela FC alvo de treino. Durante o treinamento, as mulheres universitárias melhoraram muito a performance e a resposta cardiorrespiratória, sendo necessário ser acrescido um trabalho com carga que se alternava para manter os sujeitos na intensidade necessária de treino, sendo praticado com mais 15 W a carga de pico e depois mais 15 W a carga de base. Esse reajustamento da carga aconteceu quando a FC no final de cada sessão era inferior a 10 bpm em relação ao maior valor registrado da FC do treino. Logo, essa mudança de carga foi efetuada na sessão seguinte. Os sujeitos do grupo PSE regularam a carga de trabalho em W usando a escala de Borg CR10. No fim de cada sessão, as mulheres universitárias tinham que informar os valores de base e de pico pela escala CR10 que correspondiam a carga em W. Porém, quando o treinando estimava uma carga muito fraca em comparação com a última sessão, o reajuste da carga em W foi igual ao do grupo FC, sendo realizado na próxima sessão.

<sup>82</sup> Denadai, B., Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações (Ribeirão Preto: BSD, 1999), 4.

Cada indivíduo do grupo PSE treinou sozinho para não ocorrer influência no julgamento da PSE.

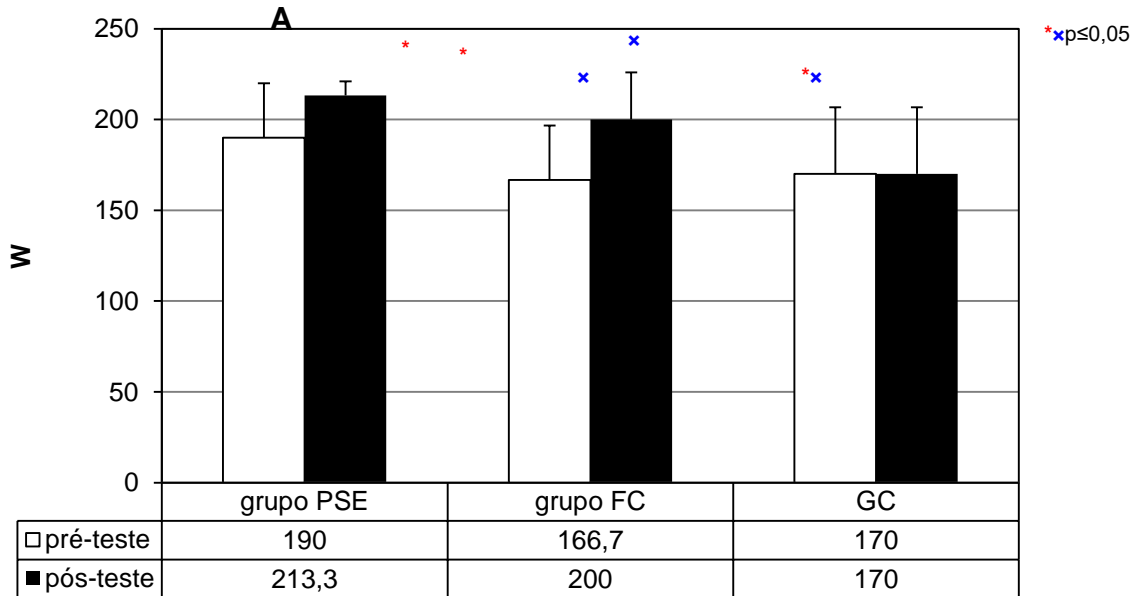
A análise estatística utilizada por Céline et al.<sup>83</sup> identificaram distribuição normal dos dados, sendo utilizada a Anova *one way* e o *pot hoc* Scheffé ( $p \leq 0,05$ ). A  $FC_{pico}$  ( $F = 0,21$ ,  $p > 0,05$ ) e a PSE ( $F = 0,01$ ,  $p > 0,05$ ) não tiveram diferença significativa, a tabela 4 ilustra esses resultados.

Variável	Grupo PSE (n = 9)	Grupo FC (n = 9)	GC (n = 9)
$FC_{pico}$ (bpm)	192,5±7,9 (pré-teste) 189,7±8,6 (pós-teste)	188,7±7,9 (pré-teste) 190±6,8 (pós-teste)	189,2±8,2 (pré-teste) 188,7±8,8 (pós-teste)
PSE	8,6±2,3 (pré-teste) 8,2±2,5 (pós-teste)	6,3±1,3 (pré-teste) 6,2±2,2 (pós-teste)	6,7±1,9 (pré-teste) 7,4±2,4 (pós-teste)

Tabela 4

Resultados da  $FC_{pico}$  e da PSE dos três grupos, antes e após o treino aeróbio de 6 semanas na bicicleta estacionária

Entretanto, a Anova *one way* detectou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para a potência máxima de tolerância ao esforço em W ( $F = 5,27$ ) e do  $VO_{2pico}$  ( $F = 2,71$ ). O *post hoc* Scheffé identificou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o pré e o pós-teste do grupo PSE e do grupo FC referente a potência máxima de tolerância ao esforço em W e do  $VO_{2pico}$ . Também Scheffé detectou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) do pós-teste do grupo PSE e do grupo FC quando foi comparado com o GC na medida fisiológica do  $VO_{2pico}$  e da carga externa da potência máxima de tolerância ao esforço em W. A figura 11 ilustra esses resultados.



<sup>83</sup> C. Céline...

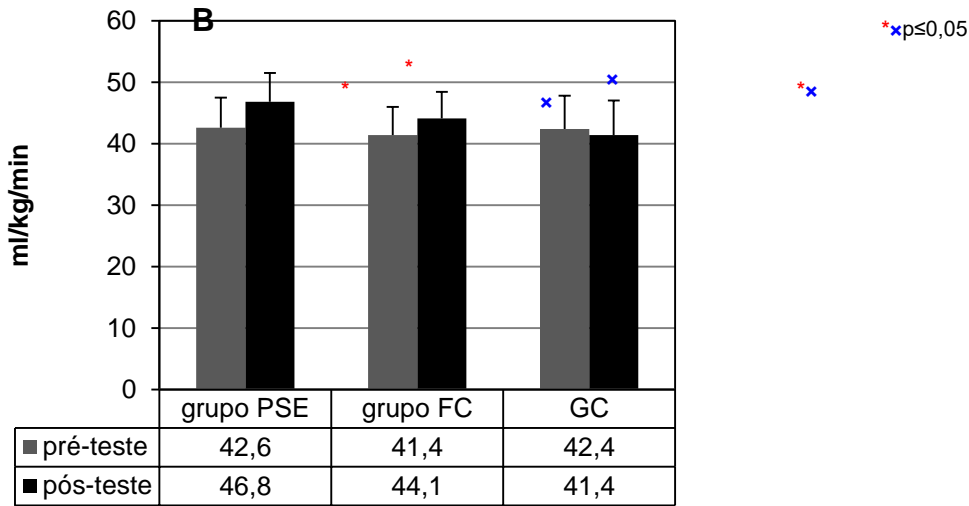


Figura 11

Valores da (A) potência máxima de tolerância ao esforço em W e do (B)  $VO_{2pico}$  em ml/kg/min antes e após o treino aeróbio na bicicleta estacionária de 6 semanas praticado por mulheres universitárias

Em conclusão, o treino de ambos os grupos (PSE e FC) proporcionou adaptações fisiológicas nas mulheres universitárias durante 6 semanas (equivalendo 1 mês e 14 dias) através do TI na bicicleta estacionária. Esses resultados sugerem que a PSE pode ser um valioso instrumento para prescrever a intensidade do treino.

O 6º estudo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi realizado por Parfitt, Evans e Eston<sup>84</sup>. O objetivo do estudo foi de detectar se a PSE com o ponto de intensidade 13 ao ser prescrito pode melhorar a saúde do indivíduo.

A amostra foi composta por 27 indivíduos sedentários (n = 27, 7 homens e 20 mulheres) de 34,3±13 anos.

Antes de iniciar o estudo, a escala de PSE foi orientada em como utilizar e foi familiarizada com os futuros integrantes da pesquisa. Todos os sujeitos da pesquisa, foram orientados a fazer uma atividade moderada por 30 minutos (min) por 3 vezes na semana, isso foi realizado para verificar se todos tinham condição de praticar o treino aeróbio do estudo. Após esse procedimento, os sujeitos responderam uma anamnese sobre o histórico médico, preencheram o questionário sobre a estratificação de risco do American College of Sports Medicine e o PAR-Q.

Em seguida, a amostra do estudo foi submetida aos testes antropométricos e de verificação da saúde (pressão arterial ou PA pelo UA-767 e colesterol total pelo Cardiocheck). Antes dos indivíduos sedentários iniciarem o teste na esteira, eles foram randomizados, sendo divididos em grupo controle (GC, n = 10, 3 homens e 7 mulheres) e grupo experimental (GE, n = 16, 4 homens e 7 mulheres). Após a divisão dos grupos, os sujeitos realizaram o teste na esteira pelo protocolo de Balke-Ware, nos 15 segundos

<sup>84</sup> G. Parfitt; H. Evans and R. Eston, Perceptually regulated training at RPE 13 is pleasant and improves physical health. Med Sci Sports Exerc 44:8(2012):1613-8.

(s) finais de cada estágio era apresentada a escala de Borg 6-10 para o avaliado estabelecer a PSE. Terminado o teste, foi determinado o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$  pelo Cortex Metalyser II) e a FC máxima ( $FC_{\text{máx}}$  pelo Polar Electro T31). Todos esses testes foram feitos novamente depois do treinamento de 8 semanas.

O GC não praticou as sessões de 8 semanas, sendo efetuado as suas tarefas habituais do dia a dia. Enquanto o GE, realizou o treino aeróbio de corrida na esteira PPS 55 sport slat-belt por 8 semanas (2 meses), com duração de 30 min e 3 vezes na semana. A intensidade da sessão foi prescrita pela escala de Borg 6-20 no ponto de esforço 13, que é classificado como bastante difícil. A escala ficou em frente do sujeito quando ele corria, com o intuito dele não esquecer da intensidade que deveria desempenhar a tarefa.

A Anova *two way* (2 grupos x 2 testes) de medidas repetidas detectou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para grupo, para teste e para a interação, sendo exposto os resultados na tabela 5.

Variáveis		GC	GE
Colesterol (mmol/l) <sup>b</sup>	Total	3,5±9	4,8±1,3
		(pré-teste)	(pré-teste)
PA (mmHg) <sup>b</sup>		4,3±1,5	4,2±1
		(pós-teste)	(pós-teste)
$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min) <sup>a,b,c</sup>		88±10	99,4±12,5
		(pré-teste)	(pré-teste)
		89,5±9,1	92,4±10,3
		(pós-teste)	(pós-teste)
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)		39,3±6,5	31,3±5,5
		(pré-teste)	(pré-teste)
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)		39,2±7	36,7±6,4
		(pós-teste)	(pós-teste)
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)		184,3±12,1	183,4±10,6
		(pré-teste)	(pré-teste)
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)		181±16	185,9±10,7
		(pós-teste)	(pós-teste)

Diferença significativa para grupo<sup>a</sup>, para interação<sup>b</sup> e para teste<sup>c</sup>.

Tabela 5  
Variáveis mensuradas do GC e do GE.

Em conclusão, a escala de PSE no ponto de intensidade 13 melhorou os parâmetros de saúde que foram mensurados dos sujeitos desse estudo.

O 7º estudo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi realizado na tese de doutorado de Johnson<sup>85</sup>. O objetivo do estudo foi de prescrever a intensidade do treino de corrida pela frequência cardíaca (FC) versus a PSE para homens sedentários.

A amostra foi constituída por 40 homens (n = 40) de 22±4 anos que estavam com elevada massa corporal total e eram sedentários.

O primeiro dia de coleta de dados aconteceu através dos testes antropométricos e em seguida, foi estabelecida a FC de repouso (pelo monitor de FC Ironman Race Trainer®).

<sup>85</sup> E. Johnson. Effects of two six-week exercise prescriptions on running performance and clinical manifestations of cardiometabolic disease. Doctoral Dissertations (Doctor Philosophy, Connecticut: University Connecticut, 2014).

da Timex Group) e o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) de repouso (pelo TrueOne 2400, Parvo Medics), sendo mensurado com o sujeito sentado por 5 minutos (min). O objetivo dessas medidas eram estabelecer após o teste de esforço na esteira, a reserva da FC (RFC) e a reserva do  $VO_2$  ( $VO_{2R}$ ).

A RFC e a  $VO_{2R}$ , são estabelecidos através de um cálculo matemático, entre o valor da medida fisiológica em repouso e em máximo esforço em um teste físico, sendo útil para prescrever o treino aeróbio, porque fornece a zona alvo de treino da sessão. Essas contas são realizadas da seguinte maneira:

- $RFC = [(FC_{m\acute{a}x} - FC_{repouso}) \cdot \% \text{ desejado}] + FC_{repouso} = ? \text{ bpm}^{86}$
- $VO_{2R} = [(VO_{2m\acute{a}x} - VO_{2repouso}) \cdot \% \text{ desejado}] + VO_{2repouso} = ? \text{ ml/kg/min}^{87}$

Em seguida, foi realizado um teste máximo na esteira com 2 min em cada estágio, com velocidade inicial de 1,6 metros por segundo (m/s) que foi praticado nessa fase através da caminhada. Conforme o teste chegava em um novo estágio, a velocidade aumentava para 0,2 a 1 m/s, sendo necessário do sujeito correr. O teste era finalizado quando o indivíduo atingia 12 min ou interrompia o esforço físico antes da avaliação chegar ao tempo estipulado (Teste na Esteira = 6 estágios x 2 min = 12 min). Durante o teste, foi mensurado a FC máxima ( $FC_{m\acute{a}x}$ ) de esforço e o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) com o intuito de ser aplicado na RFC e no  $VO_{2R}$ .

Em outro dia, os homens sedentários da tese de doutorado de Johnson (2014), efetuaram o teste de 12 min de Cooper<sup>88</sup> na pista de atletismo, onde o praticante merece percorrer a maior distância possível. Ambos os testes realizados, o na esteira e o de 12 min, foi feito um pós-teste para verificar as adaptações do treino.

Após as avaliações, foram separados 2 grupos conforme os resultados do  $VO_{2m\acute{a}x}$  do teste máximo na esteira e de acordo com o número de voltas na pista do teste de 12 min. Um grupo realizou o treino de corrida pela FC (grupo FC, n = 20) e o outro, pela escala de Borg 6-20 (grupo PSE, n = 20). A intensidade para ambos os grupos foi estabelecida pelo melhor ajuste de curva conforme o % do  $VO_{2R}$ , sendo 45, 60, 75 e 90% que equivaleu a FC e a PSE, sendo aplicados esses valores no treino desses grupos. É bom lembrar, que a escala de PSE foi familiarizada com todos os sujeitos antes de fazerem os testes do estudo.

Caso o leitor não saiba o que é ajuste de curva, indica-se a leitura da obra de Guimarães<sup>89</sup>.

O treino aeróbio de corrida na pista de atletismo foi realizado por 6 semanas para o grupo FC e PSE, com duração inicial de 150 min até chegar 270 min. Nas duas semanas iniciais, foram realizadas 3 sessões, enquanto que nas quatro semanas finais, foram praticados 4 treinos. Durante o treino foi coletada a FC de ambos os grupos, mas o grupo PSE não viu essa resposta fisiológica do monitor de FC. A escala de PSE foi apresentada

<sup>86</sup> M. Karvonen...

<sup>87</sup> American College of Sports Medicine...

<sup>88</sup> Cooper, K., A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. JAMA 203:3(1968):135-8.

<sup>89</sup> P. Guimarães, Ajuste de curvas experimentais. (Santa Maria: UFSM, 2001).

a cada 1 min para o grupo FC. Ambos os sujeitos correram na intensidade alvo do % do VO<sub>2</sub>R (45, 60, 75 e 90%), sendo que foram monitoradas pela FC e pela PSE conforme o grupo do estudo.

A Anova *two way* (2 grupos x 2 tipos de intensidade) de medidas repetidas não identificou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das variáveis entre o grupo FC versus o grupo PSE, sendo apresentada na tabela 6.

<b>VO<sub>2</sub>R</b>	<b>Grupo FC</b>		<b>Grupo PSE</b>	
40%	137±13	bpm	137±12	bpm
	10±2 (PSE)		9±2 (PSE)	
60%	155±12	bpm	153±13	bpm
	11±1 (PSE)		11±2 (PSE)	
75%	172±11	bpm	169±12	bpm
	13±1 (PSE)		13±2 (PSE)	
90%	189±10	bpm	185±11	bpm
	16±1 (PSE)		16±1 (PSE)	
<b>Distância Percorrida em 6 semanas em quilômetros (km)</b>	118,6±2,1		115±2	
<b>VO<sub>2</sub>máx (ml/kgmin) do teste na esteira</b>	44,6±5,7	(pré- teste)	43,9±5,2	(pré- teste)
	48,6±5,8	(pós-teste)	48,1±4,7	(pós-teste)
<b>Distância Percorrida em metros no Teste de 12 min</b>	2247±420	(pré- teste)	2294±277	(pré- teste)
	2487±335	(pós-teste)	2534±295	(pós-teste)

Tabela 6

Resultados dos homens sedentários que fizeram 6 semanas de treino aeróbio de corrida

Em conclusão, os resultados foram similares dos grupos (FC e PSE), a prescrição da intensidade pela PSE pode-se tornar uma tendência para corredores recreativos porque não dispõe de equipamento sofisticado.

Após escrever em detalhes os primeiros estudos sobre a prescrição da intensidade pelas escalas de PSE, a tabela 7 apresenta um resumo dessas investigações.



Estudo	Amostra	Material e Método	Resultados e Conclusão
1) Ward e Bar-Or (1990)	Jovens com elevado %G de 9 a 15 anos (n = 20).	<p><b>1ª visita ao laboratório:</b> teste antropométrico e de <math>VO_{2máx}</math> na bicicleta. <b>2ª visita:</b> teste na bicicleta de 20 a 80% do <math>VO_{2máx}</math>, com a escala de Borg 6-20 e foi estabelecida a FC. <b>Cálculo:</b> foi realizada uma regressão simples para saber em qual FC os testados estavam na escala de PSE. <b>3ª visita:</b> o 2º teste foi feito novamente para certificar os valores da FC conforme a escala de PSE. <b>Grupos (G):</b> foram divididos em 2 grupos, o G1 fez a intensidade crescente da PSE e o G2 fez ela rondonizada. <b>Treino Aeróbio:</b> feito em dias diferentes na <b>bicicleta</b> (2 séries x 2 min, 1 min em cada intensidade da escala de PSE – 7, 10, 13 e 16, FC aferida nos 15 s finais, pausa de 3 min – FC de 100 bpm ou menos) e pela <b>caminhada e/ou corrida na pista de 400 m</b> (4 voltas em cada intensidade da escala de PSE – 7, 10, 13 e 16, FC aferida nos 15 s finais, pausa após cada volta de 3 min ou até a FC ser inferior a 100 bpm).</p>	<p>Os dados foram tratados pela Anova <i>one way</i> e com o <i>post hoc</i> Newman-Keuls (<math>p \leq 0,05</math>). Foi verificada diferença significativa (<math>p \leq 0,05</math>) de todas as medidas da <b>bicicleta</b> conforme era maior a intensidade da escala de PSE (FC = 146,6 bpm na intensidade 7, 150,6 bpm na int. 10, 162,8 bpm na int. 13 e 171,2 bpm na int. 16; Pico de Potência em % = 36,8% na 7, 45,7% na 10, 58,3 na 13 e 68,7% na 13). Na <b>caminhada e/ou corrida</b> foi detectada diferença significativa (<math>p \leq 0,05</math>) da FC na int. 7 (173,3 bpm) versus as demais (186,6 bpm na 10, 194,7 bpm na 13 e 197,3 bpm na 16), e da velocidade em m/s da int. 7 (2,2 m/s) e 10 (2,5 m/s) versus 13 (2,9 m/s) e 16 (3,1 m/s). <b>Conclusão:</b> os jovens superestimaram todas as intensidades (int.) da caminhada e/ou corrida e superestimaram as int. mais baixas (7 e 10) da bicicleta, eles praticaram um esforço acima do que foi estabelecido. Nas int. mais altas da bicicleta (13 e 16), os sujeitos subestimaram as int., efetuaram um esforço inferior ao que foi pré-estabelecido.</p>
2) Dunbar e Kalinski (2004)	Mulheres de pós-menopausa de 70±7,07 anos (n = 6).	<p><b>1ª visita:</b> familiarização com o estudo. <b>2ª visita:</b> teste de esforço máximo com a escala de Borg 6-20, sendo coletada a ventilação minuto, o <math>VO_2</math> etc. O <math>VO_2</math> do teste foi plotado e foi determinada a PSE conforme o <math>VO_{2máx}</math>, sendo 40 a 60%. <b>Treino Aeróbio:</b> em 20 semanas, foi praticado um circuito aeróbio (esteira, bicicleta e subir escada) por 3 vezes na semana, de 40 a 60% do <math>VO_{2máx}</math>, mas a int. era controlada pela PSE, tendo duração de 15 a 30 min. Foi coletada a FC referente ao <math>VO_{2máx}</math> para o esforço pela PSE ser mensurado com precisão.</p>	<p>O teste qui quadrado (<math>p \leq 0,05</math>) verificou a diferença da FC alvo versus a FC de treino. A FC alvo (102 bpm. 115 bpm e 115 bpm) versus a FC de treino (85 bpm, 88 bpm e 83 bpm) teve diferença significativa (<math>p \leq 0,05</math>) no período de 4, 6 e 10 semanas. A FC de treino esteve muito abaixo do estipulado. Em 2 e 20 semanas, os sujeitos atingiram a FC alvo (88 e 115 bpm) (<math>p &gt; 0,05</math>). <b>Conclusão:</b> a escala de PSE é relativamente segura para prescrever a intensidade porque os sujeitos não passam da intensidade desejada, ou seja, atingem a FC alvo ou ficam abaixo do estabelecido.</p>

<p><b>3)</b> Llarraza et al. (2004)</p>	<p>Pacientes que tiveram problema no miocárdio após 1 mês (n = 78).</p>	<p><b>1ª visita:</b> todos fizeram teste para verificar se estavam recuperados do problema no miocárdio.  <b>2ª visita:</b> foi feito antes e após o treino de 1 mês, um exercício submáximo na bicicleta para coletar a FC e a carga em W, ambos na int. 13 da escala de Borg 6-20.  <b>3ª visita:</b> foi realizado antes e após o treino de 1 mês, um teste máximo de ~ 10 min na bicicleta.  <b>3 grupos (G) randomizados:</b> G1 com reserva da FC (n = 24), G2 com escala de Borg 6-20 na intensidade 12 a 14 e G3 com reserva da FC e PSE 12 a 14.  <b>Treino Aeróbio:</b> em 1 mês, foi praticado 5 vezes na semana na bicicleta por 30 min e efetuaram 2 vezes na semana caminhada de 45 min.</p>	<p>Os dados foram tratados pela Anova Multivariada e com o <i>post hoc</i> Bonferroni (<math>p \leq 0,05</math>). Os valores de reserva da FC foram similares (<math>p &gt; 0,05</math>) em relação ao % exercitado (65% do G1, 64% do G2 e 69% do G3) e em relação ao bpm (<math>107 \pm 13</math> bpm do G1, <math>105 \pm 10</math> bpm e <math>106 \pm 8</math> bpm do G3). A PSE foi parecida entre o G2 (<math>12,8 \pm 0,47</math>) e o G3 (<math>12,6 \pm 0,79</math>) (<math>p &gt; 0,05</math>). Em nenhum dos dados analisados entre os grupos ocorreu diferença significativa (<math>p &gt; 0,05</math>), somente nas comparações do mesmo grupo entre pré e pós-teste do exercício submáximo e do teste máximo – detalhes na tabela 2.  <b>Conclusão:</b> os dois métodos para prescrever a intensidade, FC e PSE, proporcionaram efeitos significativos nos pacientes, sendo muito útil para os indivíduos com problema no miocárdio que não possuem acesso a uma tradicional clínica de reabilitação. Logo, a escala de PSE é um meio fácil e barato de prescrever a intensidade da sessão.</p>
---	---	--	--

Estudo	Amostra	Material e Método	Resultados e Conclusão
<p><b>4)</b> Carvalho, Bocchi e Guimarães (2009)</p>	<p>Sujeitos que tiveram problema no miocárdio (n = 64).</p>	<p><b>1ª visita:</b> todos fizeram teste do protocolo de Naughton modificado na esteira, sendo coletada a <math>FC_{LV}</math>, a <math>FC_{pico}</math>, a <math>FC_{pcr}</math> etc.  <b>2 grupos (G) randomizados:</b> G1 praticou caminhada na esteira (CE, n = 22) e o G2 caminhada na água da piscina (CA, n = 22).  <b>Treino Aeróbio:</b> em 1 dia, foi praticado CE pelo G1 e CA pelo G2 por 30 min e com int. 11 a 13 da escala de Borg 6-20 que correspondeu a <math>FC_{LV}</math>.</p>	<p>O teste “t” independente comparou os dados da FC de ambos os grupos (<math>p \leq 0,05</math>), os resultados foram os seguintes: FC de treino em bpm (CA = <math>101 \pm 12</math> e CE = <math>101 \pm 12</math>, <math>p = 0,89</math>), <math>\%FC_{LV}</math> (CA = <math>114 \pm 11</math> e CE = <math>111 \pm 11</math>, <math>p = 0,35</math>), <math>\%FC_{pcr}</math> (CA = <math>95 \pm 7</math> e CE = <math>86 \pm 7</math>, <math>p = 0,0001^*</math>) e <math>\%FC_{pico}</math> (CA = <math>85 \pm 8</math> e CE = <math>78 \pm 9</math>, <math>p = 0,007^*</math>).  <b>Conclusão:</b> a escala de Borg 6-20 na intensidade 11 a 13 foi um importante instrumento para prescrever a intensidade do exercício aeróbio de caminhada na água e na esteira para pacientes que tiveram problema no miocárdio porque a FC esteve entre o LV e o ponto de compensação respiratória, sendo a zona de treino.</p>

5) Céline et al. (2011)	Mulheres universitárias de 22,4±2,7 anos (n = 27).	<p><b>3 grupos (G) randomizados:</b> G controle (GC, n = 9), G com a FC (n = 9) e G PSE com a escala de Borg CR10 (n = 9). <b>Testes:</b> todos os G realizaram um teste máximo na bicicleta (pré e pós-teste) até a exaustão com a CR10.</p> <p><b>Treino Aeróbio:</b> em 6 semanas, foi praticado 3 vezes na semana o TI (9 séries x 5 min) com 4 min de esforço moderado de 70 rpm, seguido de 1 min pedalando em alta velocidade.</p> <p>A <b>carga</b> do G FC foi através do LV e da potência em W, intensidade também foi monitorada pela FC alvo de treino. Como o G FC melhorou muito fisicamente, foi acrescida uma carga alternada (mais 15 W a carga de pico e depois mais 15 W a carga de base), esse reajuste da carga aconteceu quando a FC no final de cada sessão era inferior a 10 bpm em relação ao maior valor da FC do treino. Então, essa mudança de carga foi praticada na sessão seguinte.</p> <p>A <b>carga</b> em W do G PSE foi regulada pela CR10. No fim do treino, o G PSE tinha que informar os valores de base e de pico pela CR10 que correspondia a carga em W. Quando o sujeito do G PSE estimava uma carga muito fraca em comparação com a última sessão, o reajuste da carga em W era igual ao do G FC, sendo realizado na próxima sessão.</p>	<p>Os dados foram tratados pela Anova <i>one way</i> e com o <i>post hoc</i> Scheffé (<math>p \leq 0,05</math>). A <math>FC_{pico}</math> e a PSE não tiveram diferença significativa (<math>p &gt; 0,05</math>) entre os três grupos. Mas a potência em W (<math>F = 5,27</math>) e o <math>VO_{2pico}</math> (<math>F = 2,71</math>) tiveram diferença significativa (<math>p \leq 0,05</math>). Scheffé identificou diferença significativa entre o pré e o pós-teste do G PSE (potência em W: pré = <math>190 \pm 30</math> e pós = <math>213,3 \pm 7,8</math>, <math>VO_{2pico}</math> em ml/kg/min: pré = <math>42,6 \pm 4,9</math> e pós = <math>46,8 \pm 4,7</math>) e do G FC (potência em W: pré = <math>166,7 \pm 30,4</math> e pós = <math>200 \pm 26</math>, <math>VO_{2pico}</math> em ml/kg/min: pré = <math>41,4 \pm 4,6</math> e pós = <math>44,1 \pm 4,3</math>). Também o <i>post hoc</i> detectou diferença significativa do pós-teste do G PSE e do G FC em relação ao GC (potência em W = <math>170 \pm 36,7</math>, <math>VO_{2pico}</math> em ml/kg/min: <math>41,4 \pm 5,6</math>).</p> <p><b>Conclusão:</b> o treino de ambos os grupos (PSE e FC) proporcionou adaptações fisiológicas nas mulheres universitárias durante 6 semanas através do TI na bicicleta. Esses resultados sugerem que a PSE pode ser um valioso instrumento para prescrever a intensidade do treino.</p>
-------------------------	--	---	---

Estudo	Amostra	Material e Método	Resultados e Conclusão
6) Parfitt, Evans e Eston (2012)	Pessoas sedentárias de 34,3±13 anos (n = 27)	<b>1ª fase:</b> os sujeitos realizaram uma atividade moderada por 30 min e 3 vezes na semana com o intuito dos pesquisadores verificarem se todos os sujeitos eram aptos na execução do estudo. <b>Entrevistas:</b> foram feitas anamneses com intuito de verificar a saúde do grupo. <b>Testes:</b> foram realizadas avaliações antropométricas e de saúde (PA e colesterol total). <b>2 grupos (G) randomizados:</b> GC (n = 10) e GE (n = 16). <b>Teste de VO<sub>2máx</sub>:</b> foi praticado o protocolo de Balke-Ware, sendo a apresentada a escala de Borg 6-20 nos 15 s finais de cada estágio, sendo determinado também a FC <sub>máx</sub> . <b>Treino Aeróbio:</b> em 8 semanas, o GE praticou um treino de corrida na esteira por 30 min e 3 vezes na semana. A intensidade prescrita da escala de PSE foi o ponto 13, ficando em frente do exercitante.	A Anova <i>two way</i> (2 grupos x 2 testes) de medidas repetidas detectou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para grupo, para teste e para a interação – detalhes na tabela 5. <b>Conclusão:</b> a escala de PSE no ponto de intensidade 13 melhorou os parâmetros de saúde que foram mensurados dos sujeitos desse estudo.
7) Johnson (2014)	Homens de 22±4 anos com elevada massa corporal total e sedentários (n = 40).	<b>1ª visita:</b> foi mensurado nos sujeitos a FC <sub>repouso</sub> e o VO <sub>2repouso</sub> , também foi praticado um teste máximo de 12 min na esteira, que permitiu estabelecer a FC <sub>máx</sub> e o VO <sub>2máx</sub> . Após essa coleta, com o ajuste de curva, foi determinado o % de treino (45, 60, 75 e 90%) da VO <sub>2R</sub> que equivaleu a FC e a PSE. <b>2ª visita:</b> os sujeitos fizeram o teste de 12 min de Cooper. <b>Grupos (G):</b> foram divididos em 2 G conforme o VO <sub>2máx</sub> e o desempenho no teste de 12 min, um G praticou a int. pela FC (n = 20) e o outro pela escala de Borg 6-20 (n = 20). <b>Treino Aeróbio:</b> em 6 semanas, foi praticada corrida na pista de atletismo na fase inicial de 150 min até chegar 270 min. Nas duas semanas iniciais, foram realizadas 3 sessões, enquanto que nas quatro semanas finais, foram praticados 4 treinos.	A Anova <i>two way</i> (2 grupos x 2 tipos de intensidade) de medidas repetidas não identificou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das variáveis entre o grupo FC versus o grupo PSE – detalhes na tabela 6. <b>Conclusão:</b> os resultados foram similares dos grupos (FC e PSE), a prescrição da intensidade pela PSE pode-se tornar uma tendência para corredores recreativos porque não dispõe de equipamento sofisticado.

Tabela 7

Resumo dos estudos sobre a prescrição da intensidade com a escala de PSE

**2.2.- Ano de 2015, as escalas de percepção subjetiva do esforço passam ser frequentes para prescrever a intensidade do treino**

O 8º artigo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi conduzido por Ciolac et al.<sup>90</sup>, sendo um pouco parecido do estudo de Carvalho, Bocchi e Guimarães<sup>91</sup> que foi apresentado no subcapítulo 2.1. O objetivo da pesquisa foi de prescrever a escala de PSE para estabelecer a intensidade da caminhada veloz dentro da piscina e na esteira.

A amostra foi constituída por indivíduos de 46,7±3 anos que tiveram transplante cardíaco nos últimos 12 meses e não estavam praticando atividade física (n = 15, 10 homens e 5 mulheres).

Os sujeitos foram randomizados pelo delineamento *crossover*, ou seja, o grupo 1 (G1) foi designado para fazer o exercício 1 e o grupo 2 (G2) fez a atividade física 2. Passado 2 a 5 dias dessas sessões, o G1 praticou o exercício do G2 e o G2 realizou a tarefa do G1. A figura 12 ilustra esse delineamento.

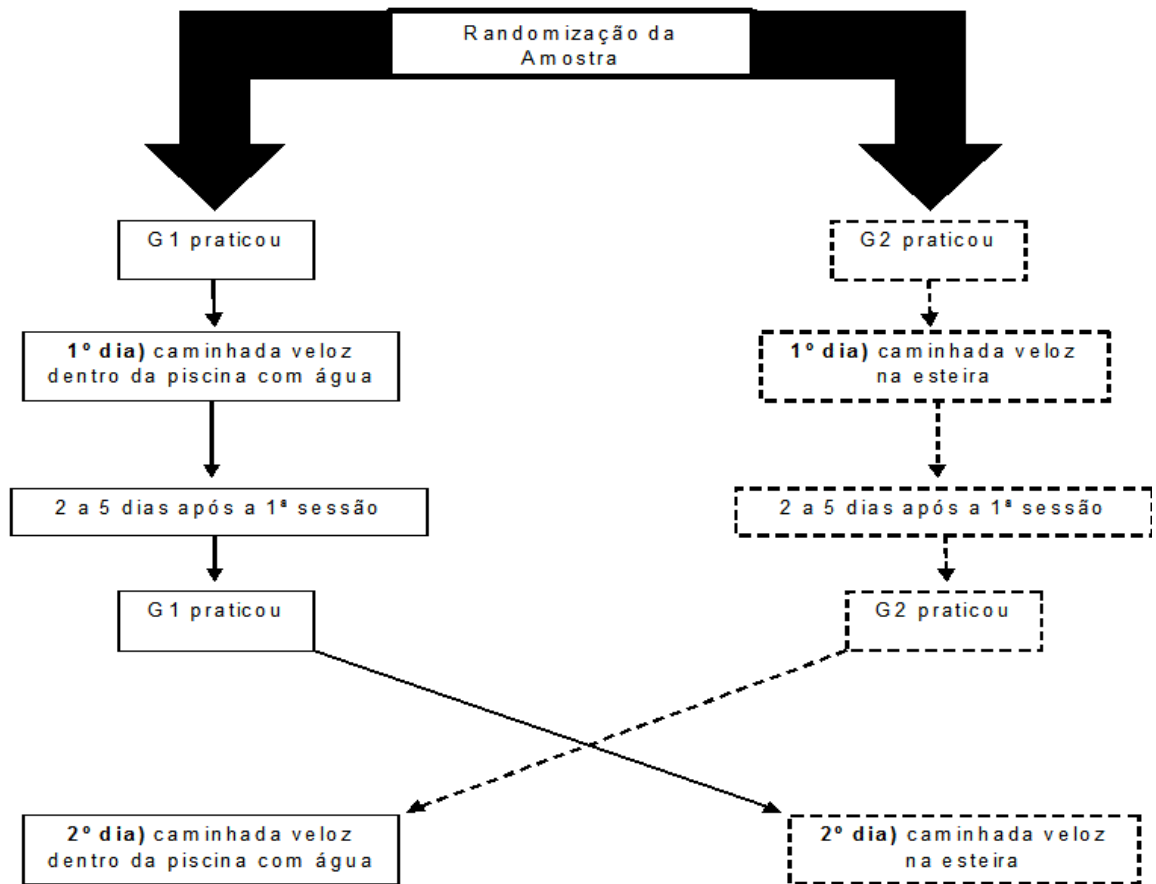


Figura 12  
Delineamento *crossover* do estudo

<sup>90</sup> E. Ciolac; R. Castro; J. Greve; F. Bacal; E. Bocchi and G. Guimarães, Prescribing and regulation exercise with RPE after heart transplant: a pilot study. Med Sci Sports Exerc 47:7(2015):1321-7.

<sup>91</sup> V. Carvalho; E. Bocchi and G. Guimarães...

Após a randomização de Ciolac et al.<sup>92</sup>, os sujeitos realizaram um teste na esteira TMX425 Stress Treadmill da TrackMaster usando o protocolo de Naughton modificado, sendo detectado após essa avaliação a frequência cardíaca do limiar ventilatório ( $FC_{LV}$ ),  $FC$  máxima ( $FC_{máx}$ ), a  $FC$  do ponto de compensação respiratória ( $FC_{pcr}$ ), o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), a pressão arterial (PA) etc.

Após uma semana, o treino aeróbio de caminhada veloz na piscina e na esteira foi realizado em uma temperatura de 30 a 32°C. Os sujeitos que fizeram transplante cardíaco praticaram um aquecimento de 5 min, em seguida, tiveram que caminhar em velocidade por 30 minutos (min) na intensidade 11 (leve) a 13 (bastante difícil) da escala de Borg 6-20. Essa zona alvo de treino da escala de PSE foi baseada na investigação de Carvalho, Bocchi e Guimarães<sup>93</sup>, onde eles afirmaram que a população cardíaca se encontra no limiar ventilatório. Durante essas sessões, todos usaram o monitor de  $FC$  Polar Electro Oy que mensurou essa resposta fisiológica a cada 4 min, mas os praticantes não tiveram acesso aos dados desse instrumento durante os dois treinamentos – caminhada veloz na piscina com água e/ou na esteira. Após a 1ª sessão, os grupos tiveram um intervalo de 2 a 5 dias, vindo fazer a sessão diferente, ou seja, conforme o explicado na figura 12.

O teste Shapiro-Wilk identificou normalidade dos dados, e o teste “t” pareado não identificou diferença significativa ( $p>0,05$ ) da  $FC$  do esforço do treino ( $FC_{treino}$ ), do % da  $FC_{LV}$ , do % da  $FC_{pcr}$  e do % da  $FC_{máx}$  da caminhada veloz dentro da piscina com água versus a caminhada veloz na esteira. A tabela 8 apresenta esses resultados.

Variável	Caminhada na Água	Caminhada na Esteira	p
$FC_{treino}$ (bpm)	114,7±3,8	112±4,1	0,61
% da $FC_{LV}$	112,7±4	114,2±4,6	0,96
% da $FC_{pcr}$	94±2,4	96,2±3,8	0,91
$FC_{máx}$	84,9±2,5	86,4±3,3	0,95

**bpm:** batimentos por minuto

Tabela 8  
Respostas da  $FC$  durante os dois tipos de caminhada

Em conclusão, a intensidade 11 a 13 da escala de Borg 6-20 foi efetiva para manter a  $FC$  entre o limiar ventilatório e o ponto de compensação respiratória dos pacientes que fizeram transplante cardíaco em dois tipos de exercício - caminhada veloz dentro da piscina com água e caminhada veloz na esteira.

O 9º estudo com a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi realizado por Ciolac et al.<sup>94</sup>. O objetivo do estudo foi de comparar a prescrição da intensidade pela PSE versus a frequência cardíaca ( $FC$ ) durante o treino intervalado de alta intensidade, mais conhecido pela abreviação em inglês de HIT (*high-intensity interval training*).

<sup>92</sup> E. Ciolac...

<sup>93</sup> V. Carvalho; E. Bocchi and G. Guimarães...

<sup>94</sup> E. Ciolac; S. Mantuani; C. Neiva; C. Verardi; D. Pessôa-Filho and L. Pimenta, Rating of perceived exertion as a tool for prescribing and self-regulating interval training: a pilot study. Biol Sport 32:2(2015):103-108.

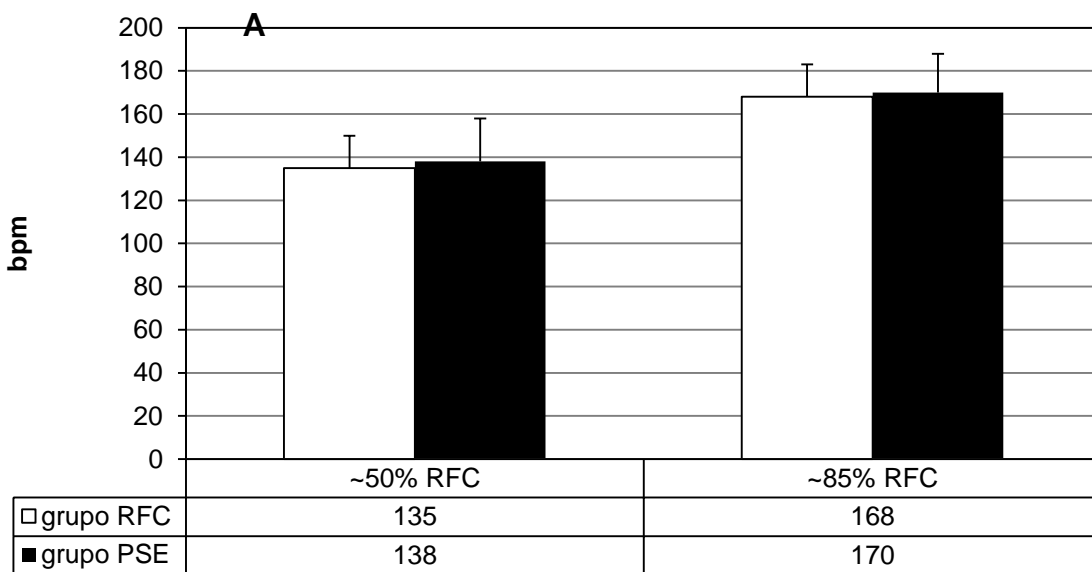
A amostra foi constituída por 8 sujeitos sedentários de  $27,5 \pm 6,7$  anos ( $n = 8$ , 5 mulheres e 3 homens).

A primeira visita ao laboratório os participantes responderam a anamnese, foi verificado se tinham problemas de saúde e fizeram um teste de esforço na esteira onde foi mensurada a FC dinâmica.

Em seguida, os grupos foram randomizados pelo delineamento *crossover*, na 1ª sessão um grupo fez a intensidade pela reserva da FC (RFC,  $n = 3$ ) e o outro grupo pela escala de Borg 6-20 ( $n = 2$ ). Mas na 2ª sessão, a prescrição da intensidade foi modificada para cada grupo. O treino de ambas as condições de intensidade – RFC e PSE, foi utilizado o monitor de FC Polar S810i, mas quando um dos grupos estava com a escala de PSE, ele não tinha acesso aos valores dessa resposta fisiológica. Também os pesquisadores monitoraram a velocidade da esteira com intuito de verificar a diferença das duas maneiras de prescrever a intensidade.

Antes da sessão, todos os participantes fizeram um aquecimento de 5 minutos (min). O HIT foi realizado em uma temperatura de 20 a 23°C, com duração de 20 min, ocorrendo caminhada e/ou corrida na esteira através de duas intensidades da RFC - ~50% por 1 min de estímulo e ~85% por 1 min de estímulo. Esses valores da intensidade foram monitorados pela RFC ou pela PSE. Quando um dos grupos usou a PSE, através da escala de Borg 6-20, os pontos de intensidade foram de 9 (muito leve) a 11 (leve) quando equivaleu a RFC de ~50% e de 15 (difícil) a 17 (muito difícil) quando equivaleu a RFC de ~85%.

A distribuição dos dados foi considerada normal pelo teste Kolmogorov-Smirnov e os dados foram tratados pelo teste “t” pareado ( $p \leq 0,05$ ). Os pesquisadores não identificaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das comparações entre o grupo da RFC versus o grupo da PSE. A figura 13 ilustra esses resultados.



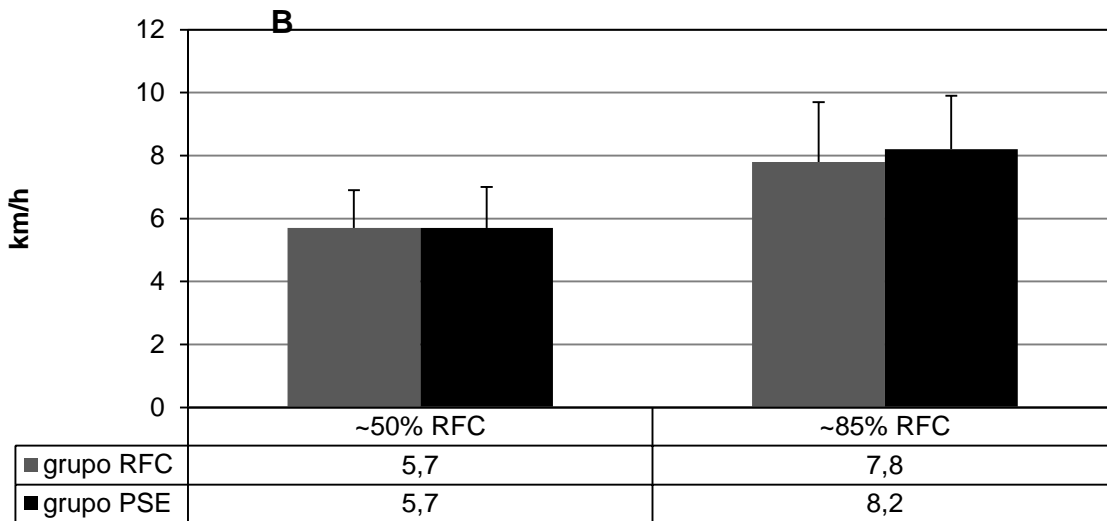


Figura 13

(A) Resposta da FC em batimentos por minuto (bpm) e da (B) velocidade em quilômetros por hora (km/h) da esteira através de duas maneiras de prescrever a intensidade

Em conclusão, a escala de Borg 6-20 pode ser um instrumento útil na prescrição do HIT aeróbio.

A 10ª investigação e último artigo encontrado sobre a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) para prescrever a intensidade do treino foi realizada por Muñoz, Isidori e Castaño<sup>95</sup>. O objetivo da pesquisa foi de comparar as respostas cardiorrespiratórias de duas maneiras de treinar o circuito de musculação, tendo a escala de Borg CR10 para determinar a intensidade da sessão.

Foram selecionados 36 estudantes de educação física (n = 36) do sexo masculino praticantes de exercício, mas sem experiência no treino de musculação. Esses sujeitos foram randomizados em 3 grupos, sendo os seguintes: grupo de treino de força alternativo (GTFA, fez exercício instáveis e em suspensão – algumas tarefas do treino funcional, n = 12, 21,5±3,03 anos), grupo de treino de força tradicional (GTFT, praticou exercícios com halter e na máquina de musculação, n = 12, 22,3±2,4 anos) e grupo controle (GC, continuou a fazer suas atividades do cotidiano, n = 12, 22,3±2,4 anos).

Após a randomização, foi efetuado alguns testes, antes das sessões do circuito de força e após, um pré e pós-teste. Todos fizeram em repouso com um eletrocardiograma (ECG) a monitoração da frequência cardíaca (FC) por 10 minutos (min). Em seguida, os sujeitos fizeram um teste de rampa na esteira TechnoGym da Runrance com velocidade inicial de 6 quilômetros por hora (km/h) com aumento da velocidade de 0,5 km/h a cada 30 segundos (s). Após o teste, os dados dessa avaliação foram coletados pelo Vmax spectra 29 da Sensormedics, sendo estabelecido o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ), a taxa de troca respiratória máxima ( $TTR_{\text{máx}}$ ), o limiar ventilatório 1 e 2 (LV1 e LV2), o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e outros, também foi estabelecida a velocidade na

<sup>95</sup> J. Muñoz; E. Isidori; M. Castaño, Efectos a corto plazo en variables cardiorrespiratorias de 2 programas de entrenamiento de fuerza prescribiendo intensidad de ejercicio con la RPE. CCD 28:11(2015):41-53.



esteira durante o LV1 e 2 (Veloc no LV1 e 2), a velocidade máxima nesse ergômetro ( $V_{máx}$ ), a FC máxima ( $FC_{máx}$ ) e a FC no LV1 e 2 pelo Polar Electro Oy RS-800CX.

Para o leitor que não sabe, o que é teste de rampa, é uma avaliação ergométrica individualizada com aumento contínuo da carga de trabalho, sendo elaborado para levar o indivíduo a exaustão entre 8 a 12 min, com o intuito de detectar o  $VO_{2máx}$  e outras variáveis cardiorrespiratórias<sup>96</sup>.

Após uma semana do teste de rampa, foi realizado uma familiarização dos exercícios por 1 semana, através de 3 sessões separadas, tendo 1 dia de descanso. Em seguida, foi efetuado por 7 semanas, o treino de força no circuito durante 3 vezes na semana (total de 21 sessões) com duração de 45 a 65 min. Todas essas sessões foram compostas de 8 exercícios que modificaram em cada semana a rotina 1 e 2 – caso queira saber todos os exercícios, consulte o artigo na internet. Para cada exercício os sujeitos efetuaram 3 séries e 15 repetições, com pausa entre as séries entre 1 a 2 min. Todos os participantes indicaram a PSE através da escala de Borg CR10 ao terminar a série de cada exercício e no fim da sessão.

O aumento gradual da carga (é a intensidade) do treino de força em circuito do estudo de Muñoz, Isidori e Castaño<sup>97</sup>, foi através da PSE pela escala de Borg CR10. Conforme reduzia o valor da PSE da escala CR10, acontecia na sessão seguinte um aumento da carga de trabalho.

Esse procedimento do estudo é bem interessante para ser aplicado pelo profissional do esporte e da atividade física, mudar a carga do treino de força conforme diminui a PSE após a sessão. Merecendo ser prescrita uma maior carga no treino de força quando o valor da PSE for inferior em 3 sessões consecutivas – no mesmo dia e/ou em dias alternados, com o intuito do professor detectar a confiabilidade dessa resposta psicofisiológica. É sabido na literatura que o aumento inicial da força é predominantemente neural, isso acontece no período de 6 a 10 semanas, em seguida os fatores hipertróficos são os maiores responsáveis pela elevação da força<sup>98</sup>. Em seguida, a força neural e hipertrófica oscilam, isso acontece a partir de 22 semanas<sup>99</sup>. Então, o responsável pela sessão merece estar atento nesses mecanismos neurais e hipertrófico referente o aumento da força, os valores da escala de PSE durante esses momentos, podem alterar, sendo indicado mudar os quilos do peso ou fazer outras alterações – na pausa, na repetição, na ordem e/ou no tipo de exercício etc. Após a mudança da carga pela PSE, o professor precisa verificar durante a sessão, se essa alteração do programa de musculação está adequada para o aluno ou atleta, proporcionando ganho de tempo e facilitando o trabalho do profissional da sala de musculação.

Retornando a escrever sobre o artigo de Muñoz, Isidori e Castaño<sup>100</sup>, foi verificada a homogeneidade dos dados utilizando o teste Levene e foi checada a distribuição dos valores pelo teste Kolmogorov-Smirnov ( $p \leq 0,05$ ), essas análises permitiram o uso da

<sup>96</sup> R. Hespanha, Ergometria (Rio de Janeiro: Rubio; 2004), 55-64, 100-1, 185-7, 227.

<sup>97</sup> J. Muñoz; E. Isidori; M. Castaño...

<sup>98</sup> N. Marques Junior, Adaptações fisiológicas do treino de força em atletas de desportos de potência. Rev Min Educ Fís 13:2(2005):43-60.

<sup>99</sup> M. Deschenes and W. Kraemer, Performance and physiologic adaptations to resistance training. Am J Phys Med Rehabil 81: S(2002):3-16.

<sup>100</sup> J. Muñoz; E. Isidori; M. Castaño...

estatística paramétrica, através da Anova *two way* (3 grupos x 2 tempos dos testes) ( $p \leq 0,05$ ). Em caso de diferença significativa na interação, foi aplicada a Anova *one way* e o *post hoc* Tukey ( $p \leq 0,05$ ). A tabela 9 e 10 apresenta os resultados dessas análises.

Variável	Grupos	Pré-teste	Pós-teste	p (grupo)	p (tempo dos testes)	p (interação entre grupo x tempo)
VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)	GTFA	51,49±7,02	51,43±5,78	0,28	0,70	0,60
	GTFT	54,07±6,05	53,92±6			
	GC	50,50±3,43	50,30±3,32			
FC <sub>máx</sub> (bpm)	GTFA	192,3±7,71	189,6±8,64	0,84	0,001*	0,20
	GTFT	192,3±10,07	188,3±12,50			
	GC	193±9,51	192,1±8,12			
Vmáx (km/h)	GTFA	15,8±1,92	16,7±1,79	0,11	0,001*	0,003*
	GTFT	16,8±1,38	17±1,25			
	GC	15,8±1,30	15,8±1,14			
TTR <sub>máx</sub>	GTFA	1,20±0,04	1,20±0,06	0,88	0,85	0,81
	GTFT	1,20±0,05	1,21±0,05			
	GC	1,20±0,06	1,20±0,06			

\*Diferença significativa

Tabela 9  
Variáveis cardiorrespiratórias máximas dos 3 grupos após o teste de rampa

Variável	Grupos	Pré-teste	Pós-teste	p (grupo)	p (tempo dos testes)	p (interação entre grupo x tempo)
VO <sub>2</sub> no LV1 (ml/kg/min)	GTFA	30,4±6,66	29,3±5,26	0,19	0,02*	0,09
	GTFT	34,5±7,18	29,8±4,67			
	GC	28,7±2,77	28,6±2,78			
VO <sub>2</sub> no LV2 (ml/kg/min)	GTFA	43,5±6,68	44,4±7,50	0,53	0,65	0,85
	GTFT	47,5±8,11	46,7±6,27			
	GC	42,9±3,42	43±3,48			
FC no LV1 (bpm)	GTFA	145±11,93	139,6±10,25	0,29	0,001*	0,01*
	GTFT	153,1±15,84	140,2±14,38			
	GC	146,7±12,21	146,8±11,98			
FC no LV2 (bpm)	GTFA	178,3±8,19	172,3±13	0,79	0,01*	0,17
	GTFT	180,2±12,09	176,1±11,54			
	GC	175,9±10,38	175,8±9,96			
Veloc no LV1 (km/h)	GTFA	8,8±1,34	8,8±1,45	0,38	0,22	0,13
	GTFT	9,4±1,26	8,8±1,03			
	GC	8,4±0,87	8,5±0,78			
Veloc no LV2 (km/h)	GTFA	12,5±2,07	13±1,98	0,07	0,18	0,47
	GTFT	13,2±2,01	13,5±1,73			
	GC	11,8±0,89	11,7±1,03			

\*Diferença significativa

Tabela 10  
Valores do LV1 e do LV2 durante o teste de rampa

Em conclusão, as melhoras cardiorrespiratórias foram similares nos dois grupos (GTFA e GTFT) que realizaram a intensidade pela PSE. Após escrever as pesquisas sobre a prescrição da intensidade pelas escalas de PSE do ano de 2015, a tabela 11 apresenta um resumo dessas investigações.

Estudo	Amostra	Material e Método	Resultados e Conclusão
8) Ciolac et al. (2015)	Sujeitos de 46,7±3 anos que tiveram problema cardíaco (n = 15).	<b>Randomização:</b> delineamento <i>crossover</i> . <b>1ª visita:</b> todos fizeram teste do protocolo de Naughton modificado na esteira, sendo coletada a FC <sub>LV</sub> , a FC <sub>pico</sub> etc. <b>Treino Aeróbio:</b> fizeram 1 sessão para cada tipo de caminhada veloz, na água da piscina (CA) ou na esteira (CE). Os sujeitos realizaram um aquecimento de 5 min e depois caminharam veloz por 30 min com a int. 11 a 13 da escala de Borg 6-20 que correspondeu a FC <sub>LV</sub> . Após a 1ª sessão, os grupos tiveram uma pausa de 2 a 5 dias, e praticaram a sessão diferente, ou seja, quem caminhou na esteira fez agora na água e o grupo 2 fez o contrário.	O teste Shapiro-Wilk identificou normalidade dos dados, e o teste “t” pareado não identificou diferença significativa (p>0,05) da FC <sub>treino</sub> em bpm (CA = 114,7±3,8 e CE = 112±4,1, p = 0,61), do %FC <sub>LV</sub> (CA = 112,7±4 e CE = 114,2±4,6, p = 0,96), do %FC <sub>pcr</sub> (CA = 94±2,4 e CE = 96,2±3,8, p = 0,91) e do %FC <sub>máx</sub> (CA = 84,9±2,5 e CE = 86,4±3,3, p = 0,95) da caminhada veloz dentro da piscina com água versus a caminhada veloz na esteira. <b>Conclusão:</b> a intensidade 11 a 13 da escala de Borg 6-20 foi efetiva para manter a FC entre o limiar ventilatório e o ponto de compensação respiratória dos pacientes que fizeram transplante cardíaco em dois tipos de exercício - caminhada veloz dentro da piscina com água e caminhada veloz na esteira.
9) Ciolac et al. (2015b)	Sujeitos sedentários de 27,5±6,7 anos (n = 8).	<b>1ª visita ao laboratório:</b> responderam a anamnese, foi verificado se tinham problemas de saúde e fizeram um teste de esforço na esteira onde foi mensurada a FC dinâmica. <b>2 grupos Randomizados:</b> na 1ª sessão um grupo fez a intensidade (int.) pela reserva da FC (RFC, n = 3) e o outro grupo pela escala de Borg 6-20 (n = 2). Mas na 2ª sessão, a prescrição da intensidade foi modificada para cada grupo, o grupo da RFC utilizou a PSE e o grupo PSE, a intensidade foi usada pela RFC. <b>Treino Aeróbio:</b> em 2 dias, o HIT foi realizado por 20 min, ocorrendo caminhada e/ou corrida na esteira através de duas intensidades da RFC - ~50% por 1 min de estímulo e ~85% por 1 min de estímulo. Esses valores da intensidade foram monitorados pela RFC ou pela PSE. Quando um dos grupos usou a PSE, os valores foram 9 a 11 quando equivaleu a RFC de ~50% e 15 a 17 quando equivaleu a RFC de ~85%.	O teste Kolmogorov-Smirnov identificou distribuição normal e o teste “t” pareado tratou os dados (p≤0,05). Em nenhuma das comparações foi identificada diferença significativa (p>0,05) entre o grupo da RFC versus o grupo da PSE. Os <b>bpm</b> do <b>grupo RFC</b> foi de 135±15 (~50% da RFC) e de 168±15 (~85% da RFC). Enquanto que os <b>bpm</b> do <b>grupo PSE</b> foi de 138±20 (~50% da RFC) e de 170±18 (~85% da RFC). A <b>velocidade em km/h da esteira do grupo RFC</b> foi de 5,7±1,2 (~50% da RFC) e de 7,8±1,9 (~85% da RFC). Enquanto que os <b>km/h do grupo PSE</b> foi de 5,7±1,3 (~50% da RFC) e de 8,2±1,7 (~85% da RFC). <b>Conclusão:</b> a escala de Borg 6-20 pode ser um instrumento útil na prescrição do HIT.

Estudo	Amostra	Material e Método	Resultados e Conclusão
10) Muñoz, Isidori e Castaño (2015)	Estudantes de educação física masculinos sem experiência no treino de força (n = 36).	<b>3 grupos Randomizados:</b> grupo de treino de força alternativo (GTFA, n = 12, 21,5±3,03 anos), grupo de treino de força tradicional (GTFT, n = 12, 22,3±2,4 anos) e grupo controle (GC, n = 12, 22,3±2,4 anos). <b>1ª visita:</b> todos fizeram o teste de rampa sendo mensuradas algumas variáveis cardiorrespiratórias – feito pré e pós-teste. <b>Treino de Força:</b> 1 semana de familiarização com os exercícios. 7 semanas de treino de força no circuito durante 3 vezes na semana com duração entre 45 a 65 min. Todas as sessões tiveram 8 exercícios que modificaram em cada semana a rotina 1 e 2. Em cada exercício foram efetuados 3 séries e 15 repetições, com pausa de 1 a 2 min. Todos os sujeitos indicaram a PSE através da escala de Borg CR10 ao terminar a série de cada exercício e no fim da sessão. <b>O aumento gradual da carga</b> (é a intensidade) do treino de força em circuito foi através da PSE pela escala CR10.	O teste Levene verificou a homogeneidade e o teste Kolmogorov-Smirnov checou a distribuição dos dados ( $p \leq 0,05$ ), sendo usada Anova <i>two way</i> (3 grupos x 2 tempos dos testes) ( $p \leq 0,05$ ). Em caso de diferença significativa na interação, foi aplicada a Anova <i>one way</i> e o <i>post hoc</i> Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Esses modelos estatísticos paramétricos verificaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em algumas respostas cardiorrespiratórias ou não ( $p > 0,05$ ) – detalhes na tabela 9 e 10. <b>Conclusão:</b> as melhoras cardiorrespiratórias foram similares nos dois grupos (GTFA e GTFT) que realizaram a intensidade pela PSE.

Tabela 11

Resumo dos estudos sobre a prescrição da intensidade com a escala de PSE em 2015

### Conclusões

A revisão na introdução realizou um breve histórico sobre as escalas da psicofísica, o capítulo 1 explicou os mecanismos psicofisiológicos da PSE e no capítulo 2, o leitor teve acesso sobre os 10 artigos que utilizaram a escala de PSE para prescrever a intensidade do treino. Em conclusão, esses conteúdos são essenciais para um pesquisador elaborar uma escala de PSE para prescrever o treino.

## Referências

American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. (Rio de Janeiro: Guanabara, 2010), p. 54-5, 106-110.

Antonio, V., Colombo, M., Monteverde, D., Martins, G., Fernandes, J., Assis, M., Batista, R. Neurobiologia das emoções. *Rev Psiq Clin* 35:2(2008):55-65.

Asadi A. Monitoring plyometric exercise intensity using rating of perceived exertion scale. *Phys Activ Rev* 2:(2014):10-5.

Borg, G. Interindividual scaling and perception of muscular force. *Kungliga Fysiografiska Sallskapet I Lund Förhandlingar* 31:12(1961):117-25.

Borg, G. Physical performance and perceived exertion. (Lund: CWK Gleerup, 1962).

Borg, G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14:5(1982):377-81.

Borg, G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health* 16:S1 (1990):55-58.

Borg, G., Hassmén, P., Lagerström, M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol* 65:6(1987):679-85.

Borg, E. On perceived exertion and its measurement. Doctoral Dissertation – (Department of Psychology, Sweden: Stockholm University, 2007).

Brandão, M., Pereira, M., Oliveira, R., Matsudo, V. Percepção do esforço: uma revisão da área. *Rev Bras Ci Mov* 3:1(1989):34-40.

Brecht, M., Hatsopoulos, N., Kaneko, T., Shepherd, G. Motor cortex microcircuits. *Front Neural Circuits* 7:196(2013):1-2.

Bugalho, P., Correa, B., Viana-Baptista, N. Papel do cérebro nas funções cognitivas e comportamentais: bases científicas e modelos de estudo. *Acta Med Port* 19:3(2006):257-68.

Carvalho, V., Bocchi, E., Guimarães, G. The Borg scale as a important tool of self-monitoring and self-regulation of exercise prescription in heart failure patients during hydrotherapy. *Circ J* 73:10(2009):1871-6.

Céline, C., Monnier-Benoit, P., Gros Lambert, A., Tordi, N., Perrey, S., Rouillon, J-D. The perceived exertion to regulate a training program in young women. *J Strength Cond Res* 25:1(2011):220-4.

Chen, M., Fan, X., Moe, S. Criterion-related validity of the Borg rating of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci* 20:11(2002):879-99.

Ciolac, E., Castro, R., Greve, J., Bacal, F., Bocchi, E., Guimarães, G. Prescribing and regulation exercise with RPE after heart transplant: a pilot study. *Med Sci Sports Exerc* 47:7(2015):1321-7.

Ciolac, E., Mantuani, S., Neiva, C., Verardi, C., Pessôa-Filho, D., Pimenta, L. Rating of perceived exertion as a tool for prescribing and self-regulating interval training: a pilot study. *Biol Sport* 32:2(2015):103-108.

Clemente, F., Rocha, R., Miranda, A., Mendes, R. Jogos reduzidos no handebol: efeitos na percepção subjetiva de esforço. *Rev Mackenzie Educ Fís Esp* 13:2(2014):53-64.

Cooper K. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *JAMA* 203:3(1968):135-8.

Denadai, M. Lmiar ventilatório. In: Denadai, B., org. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. (Rio Claro: Motrix, 2000), p. 25-36.

Denadai, B. Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações. (Ribeirão Preto: BSD, 1999), p. 4.

Deschenes, M., Kraemer, W. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil* 81:S(2002):3-16.

Dunbar, C., Kalinski, M. Using RPE to regulate exercise intensity during a 20-week training program for postmenopausal women: a pilot study. *Percept Mot Skills* 99:2(2004):688-90.

Ehrestein, W., Ehrestein, A. Psychophysical methods. In: -. Modern techniques in neuroscience. (Germany: Leipzig University, 1999), p. 1211-41.

Eston, R. Use of rating perceived exertion in sports. *Int J Sports Physical Perform* 7:2(2012):175-82.

Eston, R., Lamb, K., Bain, A., Williams, A., Williams, J. Validity of a perceived exertion scale for children: a pilot study. *Percept Mot Skills* 78:2(1994):691-7.

Faulkner, J., Eston, R. Perceived exertion research in the 21st century: developments reflections and questions for the future. *J Exerc Sci Fit* 6:1(2008):1-14.

Garcin, M., Vandewalle, H., Monod, H. A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: a preliminary study. *Int J Sports Med* 20:1(1999):40-3.

Garcin, M., Coquart, J., Salleron, J., Voy, N., Matran, R. Self-regulation of exercise intensity by estimated time limit scale. *Eur J Appl Physiol* 112:6(2012):2303-12.

Gros Lambert, A., Mahon, A. Perceived exertion: influence of age and cognitive development. *Sports Med* 36:11(2006):911-28.

Guimarães, P. Ajuste de curvas experimentais. (Santa Maria: UFSM, 2001).

Guyton, A. Fisiologia humana. 6ª ed. (Rio de Janeiro: Guanabara, 1988), p. 375-6.

- Hespanha, R. Ergometria. (Rio de Janeiro: Rubio, 2004), p. 55-64, 100-1, 185-7, 227.
- Hunt, J. Lewis Fry Richardson and his contributions to mathematics, meteorology, and models of conflict. *Annu Rev Fluid Mech* 30:(1990):XIII-XXXVI.
- Huxley, H. Fifty years of muscle and the sliding filament hypothesis. *Eur J Biochem* 271:8(2004):1403-1415.
- Johnson, E. Effects of two six-week exercise prescriptions on running performance and clinical manifestations of cardiometabolic disease. Doctoral Dissertations (Doctor Philosophy, Connecticut: University Connecticut, 2014).
- Kakarot, N., Müller, F. Cycling at varying load: how are experiences of perceived exertion integrated in a single measurement? *Appl Ergon* 47:(2015):127-32.
- Kang, J., Chaloupka, E., Biren, G., Mastrangelo, M., Hoffman, J. Regulating intensity using perceived exertion: effect of exercise duration. *Eur J Appl Physiol* 105:3(2009):445-51.
- Karvonen, M., Kentala, K., Mustala, O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Expl Biol Fenn* 35:3(1957):305-15.
- Llarraza, H., Myers, J., Kottman, W., Rickli, H., Dubach, P. An evaluation of training responses using self-regulation in residential rehabilitation program. *Comp Exerc Prescr Method* 24:1(2004):27-33.
- Marcora, S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *J Appl Physiol* 106:6(2009):2060-2.
- Marques Junior, N. Adaptações fisiológicas do treino de força em atletas de desportos de potência. *Rev Min Educ Fís* 13:2(2005):43-60.
- Marques Junior, N. Importância da neurociência para o treino técnico e tático. *Rev Corpoconci* 16:1(2012):25-44.
- Marques Junior, N. “Estado da arte” das escalas de percepção subjetiva de esforço. *Rev Bras Prescr Fisio Exerc* 7:39(2013):293-308.
- Marques Junior, N. Conteúdo importante para elaboração de uma escala de prescrição da intensidade subjetiva do esforço do treino. *Lecturas: Educ Fís Dep* 20:208(2015):1-10.
- Martins, R., Assumpção, M., Schivinski, C. Percepção de esforço e dispneia em pediatria: revisão das escalas de avaliação. *Med* 47:1(2014):25-35.
- Maughan, R., Burke, L., Coyle, E. Food, nutrition and sports performance II. (New York: Routledge, 2004), p. 24-49.
- Micklewright, D., Papadopoulou, E., Parry, D., Butter, T., Tam, N., Noakes, T. Perceived exertion influences pacing among ultramarathon runners but post-race mood changes is associated with performance expectancy. *SAJSM* 21:4(2009):167-72.

Miller, E., Cohen, J. Integrative theory of pre-frontal cortex function. *Annu Rev Neurosci* 24:(2001):167-202.

Muñoz, J., Isidori, E., Castaño, M. Efectos a corto plazo en variables cardiorrespiratorias de 2 programas de entrenamiento de fuerza prescribiendo intensidad de ejercicio con la RPE. *CCD* 28:11(2015):41-53.

Nicolò, A., Marcora, S., Sacchetti, M. Respiratory frequency is strongly associated with perceived exertion during time trials of different duration. *J Sports Sci* -(2015):1-8. [E pub ahead of print].

Noakes, T. Time to move beyond a brainless exercise physiology: the evidence for complex regulation of human exercise performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 36:1(2011):23-35.

Palacios, E., Borges, I., Andrade, D. Dependência química. In: Fregni, F., Boggio, P., Brunoni, A., orgs. *Neuromodulação terapêutica*. (São Paulo: Sarvier, 2012), p. 303-8.

Parfitt, G., Evans, H., Eston, R. Perceptually regulated training at RPE 13 is pleasant and improves physical health. *Med Sci Sports Exerc* 44:8(2012):1613-8.

Pires Santos, T., Corrêa, L., Santos, I., Ueno, L., Fraga, R., Rolim, N. Exercício físico no controle autonômico em pacientes com insuficiência cardíaca. In: Negrão, C., Barretto, A., eds. *Cardiologia do exercício*. (Barueri: Manole, 2010), p. 568-87.

Pollock, M., Wilmore, J. *Exercise in health and disease*. 2<sup>th</sup> ed. (Pennsylvania: Saunders, 1990), p. 282-7, 372-82.

Powers, S., Howley, E. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 3<sup>a</sup> ed. (São Paulo: Manole, 2000), p. 292.

Richardson, L., Ross, J. Loudness and telephone current. *J Gen Psychol* 3:2(1930):288-306.

Robertson, R., Goss, F., Metz, K. Perception of physical exertion during dynamic exercise: a tribute to Professor Gunnar A. V. Borg. *Percept Mot Skills* 86:1(1998):183-9.

Robertson, R., Goss, F., Boer, N., Peoples, J., Foreman, A., Dabayebbeh, I., Millich, N., Balasekaran, G., Riechman, S., Gallagher, J., Thompkins, T. Children`s OMNI scale of perceived exertion: mixed gender and race validation. *Med Sci Sports Exerc* 32:3(2000):452-8.

Rocco, P. Anatomia funcional da árvore respiratória. In: Curi, R., Araújo Filho, J., orgs. *Fisiologia básica*. (Rio de Janeiro: Guanabara, 2009), p. 451-6.

Rondon, M., Santos, A., Martinez, D., Alonso, D., Rondon, E., Zamo-Roth, F. Fisiologia integrativa no exercício físico. In: Negrão, C., Barretto, A., eds. *Cardiologia do exercício*. (Barueri: Manole, 2010), p. 38-72.

Santos, A., Silva, S., Farinatti, P., Monteiro, W. Respostas da frequência cardíaca de pico em testes máximos de campo e laboratório. *Rev Bras Med Esp* 11:3(2005):177-80.



Scherr, J., Walfarth, B., Christle, J., Pressler, A., Wagenpfeil, S., Halle, M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol* 113:1(2013):147-55.

Stevens S. Issues in psychophysical measurement. *Psychol Rev* 78:5(1971):426-50.

Stevens, S., Galanter, E. Ratio scales and category scales for a dozen perceptual continua. *J Exper Psychol* 54:6(1957):377-411.

Stevens, J., Mack, J. Scales of apparent force. *J Exper Psychol* 58:5(1959):405-13.

Stevens, J., Cain, W. Effort in isometric muscular contractions related to force level and duration. *Percept Psychophys* 8:4(1970):240-4.

St Clair Gibson, A., Baden, D., Lambert, M., Lambert, E., Harley, Y., Hampson, D., Russell, V., Noakes, T. The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Med* 33:3(2003):167-76.

St Clair Gibson, A., Lambert, E., Rauch, L., Tucker, R., Baden, D., Foster, C., Noakes, T. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Med* 36:8(2006):705-22.

Tiggemann, C., Pinto, R., Kruehl, L. A percepção de esforço no treinamento de força. *Rev Bras Med Esp* 16:4(2010):301-9.

Tkach, D., Huang, H., Kuiken, T. Study of stability of time-domain features for electromyography pattern recognition. *J Neuroengineer Rehabil* 7:1(2010):1-13.

Tucker, R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of perception – based model for exercise for exercise performance. *Br J Sports Med* 43:6(2009):392-400.

Ward, D., Bar-Or, O. Use of the Borg scale in exercise prescription for overweight youth. *Can J Sport Sci* 15:2(1990):120-5.

Ward, D., Bar-Or, O., Longmuir, P., Smith, K. Use of rating of perceived exertion to prescribe exercise intensity for wheelchair-bound children and adults. *Pediatr Exerc Sci* 7:2(1995):94-102.

Zamora, L., Iglesias, X., Barrero, A., Chaverri, D., Erola, P., Rodríguez, F. Physiological responses in relation to performance during competition in elite synchronized swimmers. *Plos One* 7:11(2012):1-10.

Para Citar este Artículo:

Marques Junior, Nelson Kautzner. Escala de prescrição da intensidade subjetiva do esforço do treino (pise treino): possível evolução da psicofísica. Parte 1. *Rev. ODEP*. Vol. 2. Num. 2. Abril-Junio (2016), ISSN 0719-5729, pp. 07-51.

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Observatorio del Deporte ODEP**.

La reproducción parcial y/o total de este artículo debe hacerse con permiso de **Revista Observatorio del Deporte ODEP**.